

ВЕСТНИК

МЕДИЦИНСКОГО ИНСТИТУТА «РЕАВИЗ»

РЕАБИЛИТАЦИЯ, ВРАЧ И ЗДОРОВЬЕ



Свв. Косьма и Дамиан исцеляют Юстина. Св. Фра Анжелико
Из работы К.Иса, Ф. Вера, Е. Аносовой и соавт.



ВЕСТНИК

МЕДИЦИНСКОГО ИНСТИТУТА «РЕАВИЗ» (РЕАБИЛИТАЦИЯ, ВРАЧ И ЗДОРОВЬЕ)

Научный журнал

Издаётся с января 2011 года. Выходит один раз в два месяца

Сайт журнала <http://vestnik.reaviz.ru>. ISSN 2226-762X (Print), ISSN 2782-1579 (Online)

В соответствии с приказом ВАК РФ от 01.12.2015 журнал «Вестник медицинского института «РЕАВИЗ»: Реабилитация, Врач и Здоровье» включён в перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание учёной степени кандидата наук, на соискание учёной степени доктора наук

ТОМ XIV, № 1, 2024 ЯНВАРЬ-ФЕВРАЛЬ

Главный редактор

Шабалин В.Н., профессор, академик РАН, член правления Российской ассоциации геронтологов и гериатров, д-р мед. наук, Москва, Россия

Заместитель главного редактора

Лысов Н.А., д-р мед. наук, профессор, почетный ректор Медицинского университета «Реавиз», Самара, Россия

Редакционная коллегия

Акын Б.Э., профессор, директор программы трансплантации почки и поджелудочной железы группы клиник Флоренс Найтингейл, вице-председатель европейской ассоциации трансплантации почки (EKITA) - Европейского общества по трансплантации (ESOT), Стамбул, Турция;

Аль Брейзат А.Х., профессор, почётный президент Иорданского общества хирургов, Амман, Иордания;

Аль Мафрахи Халид Карим Раджаб, президент общества хирургов Ирака, президент совета экспертов по хирургии Министерства здравоохранения Ирака, профессор хирургии, Университет Аль-Мустансирия, Багдад, Ирак;

Амансахедов Р.Б., заведующий отделением лучевой диагностики, ведущий научный сотрудник ЦНИИ туберкулёза, д-р мед. наук, Москва, Россия;

Ахаладзе Д.Г., руководитель группы торакоабдоминальной хирургии ДГОИ им. Дмитрия Рогачёва, канд. мед. наук, Москва, Россия;

Ахтямов И.Ф., заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и хирургии экстремальных состояний, заслуженный врач РТ, заслуженный изобретатель РТ, лауреат Государственной премии по науке и технике РТ, лауреат премии фонда им. академика Г.А. Илизарова, д-р мед. наук, профессор, Казань, Россия;

Барышникова Л.А., заместитель главного врача по медицинской части Самарского областного клинического противотуберкулёзного диспансера им. Н.В. Постникова, главный внештатный специалист Министерства здравоохранения Самарской области и Приволжского федерального округа по детской фтизиатрии, д-р мед. наук, Самара, Россия;

Басин Е.М., д-р мед. наук, доцент, профессор кафедры онкологии и пластической хирургии Академии постдипломного образования Федерального научно-клинического центра ФМБА России, Москва, Россия;

Богородская Е.М., главный внештатный специалист фтизиатр ДЗМ, директор МНПЦ борьбы с туберкулезом Департамента здравоохранения г. Москвы, д-р мед. наук, профессор, Москва, Россия;

Бредер В.В., ведущий научный сотрудник химиотерапевтического отделения № 17 НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина, член Московского онкологического общества, член Российского общества клинических онкологов (RUSSCO), член Международной ассоциации по исследованию рака легкого (IASLC), член Американского общества клинических онкологов (ASCO), член Европейской ассоциации по изучению печени (EASL), д-р мед. наук, профессор, Москва, Россия;

Буланов А.Ю., главный внештатный специалист трансфузиолог Департамента здравоохранения города Москвы, ведущий научный сотрудник отдела биотехнологий и трансфузиологии НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского, профессор кафедры анестезиологии, реаниматологии и интенсивной терапии Московского государственного медико-стоматологического университета имени А.И. Евдокимова, д-р мед. наук, Москва, Россия;

Буланов С.И., д-р мед. наук, профессор, ректор Московского медицинского университета «Реавиз», директор Академии стоматологии Медицинского университета «Реавиз», Москва, Россия;

Вахаб Мохаммед Абдель, профессор, президент IASGO, руководитель центра гепатопанкреобилиарной хирургии, Университет Мансуры, Мансура, Египет;

Editor in chief

Shabalin V.N., Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, board member of the Russian Association of Gerontologists and Geriatricians, Dr. Sci. (Med.), Moscow, Russia

Deputy Editor in Chief

Lysov N.A., Dr. Sci. (Med.), Professor, honorary rector **Reaviz Medical University**, Samara, Russia

Editorial Board

Akin Emin Baris, Professor, Director of kidney and pancreas transplantation program at Istanbul Demiroglu University Florence Nightingale Hospital, Vice President of the European Kidney Transplantation Association (EKITA) - European Transplantation Society (ESOT), Istanbul, Turkey;

Al Breizat Abdel Hadi, Professor, Honorary President of the Jordanian Society of Surgeons, Amman, Jordan;

Al Mafrachi Khalid Kareem Rajab, President of the Society of Iraqi Surgeons, President of the Board of Surgical Experts of the Iraqi Ministry of Health, Professor of Surgery, Al-Mustansiriyah University, Baghdad, Iraq;

Amansakhedov R.B., head of the radiology department, Leading Researcher, Central TB research institute, Dr. Sci. (Med.), Moscow, Russia;

Akhaladze D.G., Head of the Thoracoabdominal Surgery Group, DGOI n.a. Dmitry Rogachev, Cand. Sci. (Med.), Moscow, Russia;

Akhtyamov I.F., Head of Traumatology, Orthopedics and Extreme Conditions Surgery Chair, Honored Physician of the RT, Honored Inventor of the RT, Laureate of the State Award in Science and Technology of the RT, Laureate of the Academician G.A. Ilizarov Foundation Award, Dr. Sci. (Med.), Professor, Kazan, Russia;

Baryshnikova L.A., Deputy Medical Director of N.V. Postnikov Samara Regional Clinical Antituberculosis Dispensary, Chief specialist of the Ministry of Health of Samara region and Volga Federal District in children phthisiatry, Dr. Sci. (Med.), Samara, Russia;

Basin E.M., Dr. Sci. (Med.), Docent, Professor of the Department of Oncology and Plastic Surgery of the Academy of Postgraduate Education of the Federal Scientific and Clinical Center of the FMBA of Russia, Moscow, Russia;

Bogorodskaya E.M., Dr. Sci. (Med.), chief specialist in phthisiatry of Moscow Healthcare System, director of Children TB Center of Moscow Healthcare Department, Dr. Sci. (Med.), professor, Moscow, Russia;

Breder V.V., Leading Researcher, Chemotherapy Department No. 17, National Medical Research Center of Oncology n.a. N.N. Blokhin, Member of the Moscow Oncological Society, Member of the Russian Society of Clinical Oncologists (RUSSCO), Member of the International Association for the Study of Lung Cancer (IASLC), Member of the American Society of Clinical Oncologists (ASCO), Member of the European Association for the Study of the Liver (EASL), Dr. Sci. (Med.), Professor, Moscow, Russia;

Bulanov A.Y., Chief Transfusiologist of the Moscow City Health Department, Leading Researcher of the Biotechnology and Transfusiology Department of the Sklifosovsky Emergency Research Institute, Professor of the Department of Anesthesiology, Resuscitation and Intensive Care of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A. I. Evdokimov" of the Ministry of Health of Russia, Doctor of Medical Sciences, Dr. Sci. (Med.), Moscow, Russia;

Bulanov S.I., Dr. Sci. (Med.), Professor, Rector of the Moscow Medical University "Reaviz", Director of the Academy of Dentistry of the Medical University "Reaviz", Moscow, Russia;

Wahab Mohammed Abdel, Professor, President of IASGO, Head of the Center for Hepatopancreobiliary Surgery, Mansoura University, Mansoura, Egypt;

Восканян С.Э., д-р мед. наук, профессор, член-корреспондент РАН, заместитель главного врача по хирургической помощи – руководитель Центра хирургии и трансплантологии ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, заведующий кафедрой хирургии с курсами онкохирургии, эндоскопии, хирургической патологии, клинической трансплантологии и органного донорства МБУ ИНО ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, главный внештатный специалист по хирургии ФМБА России, Москва, Россия;

Гайворонский И.В., д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой нормальной анатомии Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия;

Гейниц А.В., д-р мед. наук, профессор, руководитель Клиники лазерной косметологии ESTCLINIC, вице-президент Европейской лазерной ассоциации, Москва, Россия;

Гелашвили П.А., д-р мед. наук, заведующий кафедрой морфологии и патологии Медицинского университета «Реавиз», Самара, Россия;

Горбунов Н.С., д-р мед. наук, профессор кафедры оперативной хирургии и топографической анатомии КрасГМУ, Красноярск, Россия;

Громов М.С., д-р мед. наук, профессор, генерал-майор медицинской службы, ректор Саратовского медицинского университета «Реавиз», Саратов, Россия;

Загайнов В.Е., д-р мед. наук, главный специалист по хирургии ПОМЦ, заведующий кафедрой факультетской хирургии и трансплантологии ПИМУ, главный внештатный трансплантолог министерства здравоохранения Нижегородской области, Нижний Новгород, Россия;

Каабак М.М., д-р мед. наук, профессор курса донорства и трансплантации органов Медицинского университета «Реавиз», Москва, Россия;

Камбаров С.Ю., научный руководитель научного отделения неотложной коронарной хирургии НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского, д-р мед. наук, Москва, Россия;

Каримова Р.Г., профессор кафедры физиологии и патологической физиологии Казанской государственной академии ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана, д-р биол. наук, профессор, Казань, Россия;

Кастальдо К., д-р мед. наук, доцент, Департамент общественного здравоохранения, Школа медицины, Университета Неаполя Федерико II, Неаполь, Италия;

Качковский М.А., д-р мед. наук, профессор, директор НИИ атеросклероза и дислипидемий Медицинского университета «Реавиз», Самара, Россия;

Константинов Д.Ю., д-р мед. наук, доцент, директор института клинической медицины Самарского государственного медицинского университета, заведующий кафедрой инфекционных болезней с курсом эпидемиологии, Самара, Россия;

Лерут Ян Поль, профессор, почётный директор отделения абдоминальной трансплантации Католического университета Лёвена [UCL], вице-президент Международного общества гелятохирургов [ISLS], экс-президент RBSS - BTS - ELIAC-ET - ESOT - ILTS - iDLTG, исполнительный член UEMS-European Board Transplantation Surgery [EBTS], Лёвен, Бельгия;

Литвина Е.А., д-р мед. наук, профессор, куратор травматологического центра первого уровня ГКБ им. М.П. Кончаловского, врач-травматолог высшей категории, профессор ФГБОУ ДПО РМАНПО Министерства здравоохранения РФ, член российской секции международной ассоциации AO TRAUMA, входит в преподавательский состав AO TRAUMA RUSSIA, член Ассоциации травматологов и ортопедов России, Москва, Россия;

Мартынов А.И., д-р мед. наук, профессор, академик РАН, профессор кафедры госпитальной терапии № 1 лечебного факультета Московского медико-стоматологического университета, Москва, Россия;

Медведева Б.М., заведующая рентгенодиагностическим отделением НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина, врач-рентгенолог, ведущий научный сотрудник, д-р мед. наук, Москва, Россия;

Менделеева Л.П., заместитель генерального директора НМИЦ гематологии по научной и образовательной работе, заведующая отделением высокодозной терапии парaproteinемических гемобластозов, д-р мед. наук, профессор, Москва, Россия;

Мякова Н.В., заведующая отделением онкогематологии ДГОИ им. Дмитрия Рогачева, д-р мед. наук, профессор, Москва, Россия;

Новрузбеков М.С., д-р мед. наук, профессор, руководитель научного отделения трансплантации печени НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского, Москва, Россия;

Попова Л.Л., профессор кафедры инфекционных болезней с эпидемиологией Самарского государственного медицинского университета, д-р мед. наук, Самара, Россия;

Прохоренко И.О., ректор Медицинского университета «Реавиз», д-р мед. наук, доцент, Самара, Россия;

Ржевская О.Н., д-р мед. наук, ведущий научный сотрудник отделения трансплантации почки и поджелудочной железы НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского, Москва, Россия;

Рудуш В.Э., д-р мед. наук, хирург высшей категории, заведующий отделением сосудистой и пластической хирургии 2-й городской клинической больницы им. В.В. Баныкина, Тольятти, Россия;

Русских А.Н., д-р мед. наук, доцент, заведующий кафедрой оперативной хирургии и топографической анатомии Красноярского государственного медицинского университета, Красноярск, Россия;

Voskanyan S.E., Dr. Sci. (Med.), Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Deputy Chief for Surgical Care – Head of the Center for Surgery and Transplantation of Burnazyan Federal Medical Biological Center, Head of the Department of Surgery with courses in oncosurgery, endoscopy, surgical pathology, clinical transplantation and organ donation, Burnazyan Federal Medical Biological Center, Chief Surgeon of Federal Medical Biological Agency of Russia, Moscow, Russia;

Gayvoronsky I.V., Dr. Sci. (Med.), Professor, department normal anatomy Military Medical Academy C.M. Kirov, St. Petersburg, Russia;

Geinits A.V., Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Laser Cosmetology Clinic ESTCLINIC, Vice President of the European Laser Association, Moscow, Russia;

Gelashvili P.A., Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Chair of Morphology and Pathology, Reaviz Medical University, Samara, Russia;

Gorbunov N.S., Dr. Sci. (Med.), Professor, Department of Operative Surgery and Topographic Anatomy, KrAsSMU, Krasnoyarsk, Russia;

Gromov M.S., Dr. Sci. (Med.), Professor, major-general medical service, rector of Saratov Medical University Reaviz, Saratov, Russia;

Zagaynov V.E., Dr. Sci. (Med.), Chief Surgeon of the Volga District Medical Center, Head of the Department of Faculty Surgery and Transplantation of PIMU, Chief Surgeon of the Ministry of Health of the Nizhny Novgorod Region, Nizhny Novgorod, Russia;

Kaabak M.M., Dr. Sci. (Med.), professor of Organ Donation and Transplantation Course, Medical University “Reaviz”, Moscow, Russia;

Kambarov S.Y., Scientific Supervisor of the Scientific Department of Emergency Coronary Surgery of the Sklifosovsky Emergency Research Institute, Dr. Sci. (Med.), Moscow, Russia;

Karimova R.G., Professor of the Department of Physiology and Pathological Physiology, Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman, Dr. Sci. (Biol.), Professor, Kazan, Russia;

Castaldo Clotilde, Dr. Sci. (Med.), Docent, Department of Public Health, School of Medicine, University of Naples Federico II, Naples, Italy;

Kachkovsky M.A., Director of Research Institute of Atherosclerosis and Dyslipidemia, Reaviz Medical University, Dr. Sci. (Med.), Professor, Samara, Russia

Konstantinov D.Yu., Dr. Sci. (Med.), Docent, Director of the Institute of Clinical Medicine of Samara State Medical University, Head of the Department of Infectious Diseases with an Epidemiology Course, Samara, Russia;

Lerut Jan Paul, Professor, Honorary Director, Abdominal Transplantation Department, Catholic University of Leuven [UCL], Vice President, International Society of Hepatosurgeons [ISLS], Ex-President, RBSS - BTS - ELIAC-ET - ESOT - ILTS - iDLTG, Executive, Leuven, Belgium;

Litvina E.A., Dr. Sci. (Med.), Professor, curator of the first level trauma center at M.P. Konchalovsky City Clinical Hospital, traumatologist of the highest category, professor at the Russian Medical Academy of Postgraduate Education of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation. Member of the Russian section of the international association AO TRAUMA. Member of the faculty of TRAUMA RUSSIA. Member of the Association of Traumatologists and Orthopaedists of Russia. One of the Russian and international leaders in the field of polytrauma and pelvic injuries, Moscow, Russia;

Martynov A.I., Dr. Sci. (Med.), professor, academician of the Russian Academy of Sciences, professor of the Department of Hospital Therapy No. 1 of the Faculty of Medicine, Moscow University of Medicine and Dentistry, Moscow, Russia;

Medvedeva B.M., headhead of the X-ray department of the National Medical Research Center of Oncology n.a. N.N. Blokhin - radiologist, leading researcher, Dr. Sci. (Med.), Moscow, Russia;

Mendeleva L.P., Deputy General Director of the National Medical Research Center for Hematology for Research and Education, Head of the Department of High-Dose Therapy of Paraproteinemic Hemoblastoses, Dr. Sci. (Med.), Professor, Moscow, Russia;

Myakova N.V., Head of the Department of Oncohematology, DGOI them. Dmitry Rogacheva, Dr. Sci. (Med.), Moscow, Russia;

Novruzbekov M.S., Dr. Sci. (Med.), professor, head of the scientific department of liver transplantation, Sklifosovsky Emergency Medicine Institute, Moscow, Russia;

Popova L.L., Professor, Chair of Infectious Diseases with Epidemiology, Samara State Medical University, Dr. Sci. (Med.), Samara, Russia;

Prokhorenko I.O., Rector of Reaviz Medical University, Dr. Sci. (Med.), Docent, Samara, Russia;

Rzhevskaya O.N., Dr. Sci. (Med.), leading researcher at the Department of Kidney and Pancreatic Transplantation, Sklifosovsky Emergency Medicine Institute, Moscow, Russia;

Rudush V.E., Dr. Sci. (Med.), Surgeon of the highest category, Head of the Department of Vascular and Plastic Surgery of the 2nd City Clinical Hospital. V.V. Banykina, Togliatti, Russia;

Russian A.N., Dr. Sci. (Med.), Docent, Head of the Department of Operative Surgery and Topographic Anatomy of the Krasnoyarsk State Medical University, Krasnoyarsk, Russia;

Соболева Л.А., д-р мед. наук, профессор и заведующая кафедрой стоматологии Университета «Реавиз», Санкт-Петербург, Россия;

Суздальцев А.А., профессор кафедры инфекционных болезней с эпидемиологией Самарского государственного медицинского университета, Отличник здравоохранения РФ, заслуженный работник здравоохранения Самарской области, почётный выпускник СамГМУ, д-р мед. наук, Самара, Россия;

Супильников А.А., канд. мед. наук, доцент, первый проректор по научной деятельности Московского медицинского университета «Реавиз», Москва, Россия;

Тиунова Н.В., д-р мед. наук, доцент кафедры терапевтической стоматологии Института стоматологии Приволжского исследовательского медицинского университета, Нижний Новгород, Россия;

Хамидова Л.Т., заведующая научным отделением лучевой диагностики НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского, д-р мед. наук, Москва, Россия;

Хотимский И.А., врач-анестезиолог, Ascension SE Wisconsin Hospital, Милуоки, США;

Цзян Гохуа, д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой анатомии и прикладной медицины Хэйлунцзянского университета китайской медицины и фитофармакологии, Харбин, Китай;

Шабанов А.К., д-р мед. наук, профессор, заместитель главного врача по анестезиологии и реаниматологии НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского, Москва, Россия;

Шатохин В.Д., д-р мед. наук, профессор, врач-травматолог-ортопед Самарской областной клинической больницы им. В.Д. Середавина, Самара, Россия;

Шумаков Д.В., руководитель отдела хирургии сердца и сосудов Московского областного научно-исследовательского клинического института им. М.Ф. Владимирского, член-корреспондент РАН, д-р мед. наук, профессор, Москва, Россия;

Юшков Ю.Я., управляющий лабораторией консервации органов отделения абдоминальной трансплантации медицинского центра Университета Хакенсака, Нью Джерси, США

Ответственный секретарь редакционной коллегии

Яремин Б.И., канд. мед. наук, проректор по научной и клинической работе, заведующий кафедрой хирургических болезней Московского медицинского университета «Реавиз», главный специалист отдела внешних научных связей и врач-хирург центра трансплантации печени НИИ скорой помощи имени Н.В. Склифосовского ДЗМ, Москва, Россия

Заведующая редакцией

Самсонова Е.А., руководитель редакционно-издательского отдела Медицинского университета «Реавиз», Самара, Россия

Научный редактор

Аносова Е.Ю., младший научный сотрудник, Научно-исследовательский центр инновационных решений в медицине, врач, кафедра трансплантологии и искусственных органов РНИМУ им. Н.И. Пирогова, член АНРИ, член WAME, Москва, Россия

Павлова О.Н., д-р биол. наук, профессор, заведующая кафедрой физиологии с курсом безопасности жизнедеятельности и медицины катастроф Самарского государственного медицинского университета, профессор кафедры морфологии и патологии Медицинского университета «Реавиз», Самара, Россия

Медицинский переводчик

Эпин Д., Лондонский университет королевы Марии

Медицинские иллюстраторы

Кожевникова М.С.

Кузнецова А.Д.

Адрес издателя и редакции

443001, г. Самара, ул. Чапаевская, 227. Тел./факс: (846) 333-54-51

Сайт: <http://vestnik.reaviz.ru>

Электронная почта: vestnik@reaviz.ru

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-45784 от 13 июля 2011 г.

Подписано в печать 29.02.2024 г. Формат 60×90 1/8. Цена свободная.

Гарнитуры Avenir Next Cyr, Avenir Next Cyr Heavy.

Шрифт заголовка DXRussian 1812, © Дмитрий Хорoshкин

Бумага офсетная. Печать оперативная.

Усл. печ. л. 23,25. Тираж 1000 экз. Заказ 2402.

Отпечатано в типографии ИП И.А. Гапонова

443099, г. Самара, ул. М. Горького, 117/57. Тел.: (846) 271-16-56.

© Медицинский университет «Реавиз», 2024

Soboleva L.A., Dr. Sci. (Med.), Professor and Head of the Department of Dentistry, Reaviz University, St. Petersburg, Russia;

Suzdaltsev A.A., Professor of the Department of Infectious Diseases with Epidemiology of Samara State Medical University, Honorary Public Health Worker of Samara region, Honorary Graduate of Samara State Medical University, Dr. Sci. (Med.), Samara, Russia;

Supilnikov A.A., Cand. Sci. (Med.), Docent, vice-rector for scientific work, Moscow Medical University "Reaviz", Moscow, Russia;

Tiunova N.V., Dr. Sci. (Med.), Docent, Department of Therapeutic Dentistry, Institute of Dentistry, Volga Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russia;

Khamidova L.T., Head of the Scientific Department of Radiation Diagnostics, Sklifosovskiy Emergency Medicine Institute, Dr. Sci. (Med.), Moscow, Russia;

Khotimsky Ilya A., Dr. Sci. (Med.) Anesthesiologist Ascension SE Wisconsin Hospital, Milwaukee, USA;

Jiang Guohua, Dr. Sci. (Med.), professor Head of the Department of Anatomy and Preclinical Medicine at the Heilongjiang University of Chinese Medicine and Pharmacology, Harbin, China;

Shabanov A.K., Dr. Sci. (Med.), Professor, Deputy Chief on anesthesiology and resuscitation, Sklifosovskiy Emergency Medicine Institute, Moscow, Russia;

Shatokhin V.D., Dr. Sci. (Med.), professor, orthopedic traumatologist of Samara Regional Clinical Hospital. V.D. Seredavin. Author of 40 publications. Samara, Russia;

Shumakov D.V., Head of the Department of Cardiac and Vascular Surgery, Moscow Regional Research Clinical Institute named after M.F. Vladimirovsky, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Dr. Sci. (Med.), Professor, Moscow, Russia;

Yushkov Yu.Ya., Organ Conservation Laboratory Manager, Abdominal Transplant Unit, University of Hackensack Medical Center, New Jersey, USA

Executive Secretary of the Editorial Board

Yaremin B.I., Cand. Sci. (Med.), Vice-Rector for Scientific and Clinical Work, Head of the Department of Surgical Diseases of the Moscow Medical University Reaviz, Chief Specialist of the Department of External Scientific Relations and Surgeon of the Liver Transplantation Center of the Sklifosovskiy Emergency Medicine Institute, Moscow, Russia

Head of Editorial Office

Samsonova E.A., Head of the Editorial and Publishing Department of the Medical University "Reaviz", Samara, Russia

Scientific Editor

Anosova E.Yu., Junior Researcher, Research Center for Innovative Solutions in Medicine, doctor, Chair of Transplantology and Artificial Organs, Pirogov Russian National Research Medical University, Associations of Scientific Editors and Publishers member, WAME member, Moscow, Russia

Pavlova O.N., Dr. Sci. (Biol.), Professor, Head of the Chair of Physiology with a Course of Safe Life and Disaster Medicine of Samara State Medical University, Professor of the Department of Morphology and Pathology of the Reaviz Medical University, Head of the Department of Biomedicine Transport Safety of Samara State Transport University, Samara, Russia

Medical Translator

Epin D., Queen Mary University of London

Medical illustrator

Kozhevnikova M.S.

Kuznetsova A.D.

Publisher and Editorial Address

443001, Samara, 227 Chapayevskaya street. Tel./Fax: (846) 333-54-51

Website <http://vestnik.reaviz.ru>

E-mail: vestnik@reaviz.ru

Certificate of registration PI No. FS77-45784 dated July 13th, 2011

Imprimatur February 29th, 2024. Format 60×90 1/8. The price is free.

Fonts: Avenir Next Cyr, Avenir Next Cyr Heavy.

Title font DXRussian 1812, © Dmitry Khoroshkin

Offset paper. Operative print.

Conditional printed sheets 23,25. Circulation 1000 copies. Order 2402.

Printed in the printing house owned by IP I.A. Gaponov

443099, Samara, 117/57 Maxim Gorky Street. Tel.: (846) 271-16-56.

© Reaviz Medical University, 2024

СОДЕРЖАНИЕ		CONTENTS
РЕДАКЦИОННАЯ СТАТЬЯ		EDITORIAL ARTICLE
Иса К., Вера Ф., Аносова Е.Ю., Яремин Б.И. Этические воззрения на вопрос донорства и трансплантации органов в католическом вероучении	6	Iza K., Vera F., Anosova E.Yu., Yaremin B.I. Ethical Views on the Issue of Organ Donation and Transplantation in Catholic Doctrine
МОРФОЛОГИЯ, ПАТОЛОГИЯ		MORPHOLOGY, PATHOLOGY
Русских А.Н., Шабоха А.Д., Касимов В.И., Яремин Б.И. Соматотипические особенности коллагенового остова менисков коленных суставов мужчин	23	Russkikh A.N., Shabokha A.D., Kasimov V.I., Yaremin B.I. Somatotopic features of the collagen skeleton of the knee meniscus in men
Шакурова Р.М., Шальнева И.Р., Чемидронов С.Н., Подсевалова И.В., Корнилов В.Д. Возрастные особенности размеров печени женщин по данным ультразвукового исследования	30	Shakurova R.M., Shalneva I.R., Chemidronov S.N., Podsevalova I.V., Kornilov V.D. Age features of liver sizes of women according to ultrasound
ФИЗИОЛОГИЯ		PHYSIOLOGY
Наговицына Е.А., Васильева Н.Н. Взаимосвязь показателей спектрального анализа вариабельности ритма сердца и социально-психологической адаптации при воздействии трудовой нагрузки у инвалидов	35	Nagovitsyna E.A., Vasilyeva N.N. The relationship between the indicators of spectral analysis of heart rate variability and socio-psychological adaptation to work load in people with disabilities
Павлова О.Н., Будаев А.И., Громова Д.С., Павленко С.И., Макарова-Горбачёва Е.В., Иващенко А.В. Взаимосвязь адаптационного потенциала сердечно-сосудистой системы с некоторыми психофизиологическими свойствами личности у студентов медицинских специальностей	42	Pavlova O.N., Budaev A.I., Gromova D.S., Pavlenko S.I., Makarova-Gorbacheva E.V., Ivashchenko A.V. The relationship between the adaptive potential of the cardiovascular system and some psychophysiological personality properties in medical students
КЛИНИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА		CLINICAL MEDICINE
Малюченко Л.И., Николаев Н.С., Емельянов В.Ю. Среднесрочные результаты лечения перипротезной инфекции коленного сустава с применением спейсера с комбинированным углеродно-серебряным антибактериальным покрытием	47	Malyuchenko L.I., Nikolaev N.S., Emel'yanov V.Yu. Treatment of periprosthetic knee joint infection using a spacer with a mixed carbon-silver antibacterial coating in the medium term
Апресян В.С., Макинян Л.Г., Маннанов А.М., Самкович Д.А., Подлесная А.А. Идиопатическая полая стопа: диагностика и лечение	55	Apresyan V.S., Makinyan L.G., Mannanov A.M., Samkovich D.A., Podlesnaya A.A. Idiopathic cavus foot: diagnosis and treatment
Халилов Ш.Дж. Определение инфаркт-связанной артерии у пациентов с инфарктом миокарда без подъёма сегмента ST	62	Khalilov Sh.J. Determination of the infarct-related artery in patients with myocardial infarction without ST segment elevation
Хорак К.И., Коган П.Г., Парфеев Д.Г., Авдеев А.И., Морозов А.М., Пискарева М.Е. Применение костной аутопластики при ложных суставах диафиза плечевой кости	68	Khorak K.I., Kogan P.G., Parfeev D.G., Avdeev A.I., Morozov A.M., Piskareva M.E. The use of bone autoplasty for false joints of the humerus diaphysis
Михайловичева А.И., Смирнов В.В. Бронхиальная астма и хроническая обструктивная болезнь лёгких: диагностические возможности в практике врачей	77	Mikhaylovicheva A.I., Smirnov V.V. Bronchial asthma and chronic obstructive pulmonary disease: diagnostic capabilities in a doctor's practice
Павлова О.Н., Букарева О.П. Выявление мутаций гена <i>EGFR</i> для назначения таргетных препаратов при немелкоклеточном раке лёгкого	86	Pavlova O.N., Bukareva O.P. Detection of <i>EGFR</i> gene mutations for prescription of targeted drugs for non-small cell lung cancer
КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ		CLINICAL CASE
Гуска М.С., Кузнецова А.Д., Казымов Б.И., Алекберов К.Ф., Казиахмедова З.Г., Яремин Б.И. Тромбоз воротной вены после дважды установленного трансюгулярного внутрипечёночного портосистемного стентирования (клиническое наблюдение)	91	Guska M.S., Kuznetsova A.D., Kazymov B.I., Alekbervov K.F., Kaziakhmedova Z.G., Yaremin B.I. Portal vein thrombosis after double installation of transjugular intrahepatic portosystemic stent (clinical observation)
Пронин А.Г., Трошина А.А., Слюсар О.И., Серов А.А. Острый инфаркт миокарда на фоне окклюзии коронарной артерии с малосимптомными клиническими проявлениями и без изменений на электрокардиограмме	98	Pronin A.G., Troshina A.A., Slyusar O.I., Serov A.A. Acute myocardial infarction on the background of coronary artery occlusion with low-symptomatic clinical manifestations and no changes on the electrocardiogram
Скляренко О.В., Ларионов С.Н., Животенко А.П., Потапов В.Э., Горбунов А.В. Особенности дифференциальной диагностики и лечения компрессионной радикулопатии L3, L4 и нейропатии бедренного нерва	103	Sklyarenko O.V., Larionov S.N., Zhivotenko A.P., Potapov V.E., Gorbunov A.V. Features of differential diagnosis and treatment of compression radiculopathy L3, L4 and femoral nerve neuropathy

Никифоров Д.А., Панин М.А., Процко В.Г., Боргут Р.Д.

Клинические результаты одновременной фиксации разрывов межберцового синдесмоза при помощи пуговчатого фиксатора и позиционного винта при высоких переломах малоберцовой кости (серия клинических наблюдений)

**Баулин А.А., Аверьянова Л.А., Баулин В.А.,
Баулина О.А., Компанейцева Д.А.**

Клинический случай рецидивирующего болевого синдрома при грыже пищеводного отверстия диафрагмы, протекающего под маской острого панкреатита

Пахомова Р.А., Клименко К.В., Кочетова Л.В.

Новый хирургический способ лечения пилонидальной кисты копчика (клинический случай)

ВОПРОСЫ ПСИХИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ

Рузов В.И., Сайфутдинов К.А., Вылегжанина О.Н., Колчин Д.В.

Арт-терапия в коррекции психоэмоционального состояния пациентов, перенёсших острое нарушение мозгового кровообращения, на этапе медицинской реабилитации

МЕДИЦИНСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

**Вамалва Б.К., Менгич Г.Дж., Каниару Д.К.,
Чемджор Х.С., Мбете Д.А.**

Использование имитационных моделей в клиническом обучении на кафедре клинической медицины в медицинских колледжах

ВОПРОСЫ СТОМАТОЛОГИИ

Панахов Н.А., Ниязова Г.А.

Вероятность осложнений при съёмных зубных протезах с наночастицами серебра

МЕДИЦИНСКАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ

Суровцев Е.Н., Капишников А.В., Пышкина Ю.С., Галочкина М.В.

Сравнение шкал BI-RADS И Кайзера для оценки злокачественности образований молочных желёз

**Савченков Ю.Н., Труфанов Г.Е., Фокин В.А., Ефимцев А.Ю.,
Аракелов С.Э., Титова И.Ю., Мелтопян А.Р.**

Методика магнитно-резонансной томографии для количественной оценки биомаркеров при хронических заболеваниях печени

**Маслов Н.Е., Труфанов Г.Е., Моисеенко В.М., Валенкова Д.А.,
Ефимцев А.Ю., Плахотина Н.А., Сидорина А.С.**

Разработка принципов адаптации радиогеномного подхода к визуализации глиальных опухолей в рамках инициальных диагностических мероприятий

Анпилогова К.С., Сидорина А.С., Труфанов Г.Е.

Современный взгляд на диагностику мальротации кишечника у новорождённых: рентгенологический и ультразвуковой методы визуализации

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

109

116

124

129

134

144

153

159

168

177

183

Nikiforov D.A., Panin M.A., Protsko V.G., Borgut R.D.

Clinical results of fixation of syndesmosis rupture using simultaneously syndesmotic screw and suture button in case of high fibular fracture (case clinical series)

**Baulin A.A., Aver'yanova L.A., Baulin V.A.,
Baulina O.A., Kompaneytseva D.A.**

A clinical case of recurrent pain syndrome due to hiatal hernia, occurring under the guise of acute pancreatitis

Pakhomova R.A., Klimenko K.V., Kochetova L.V.

A new surgical method for the treatment of pilonidal coccyx cyst (clinical case)

MENTAL HEALTH

Ruzov V.I., Sayfutdinov K.A., Vylegzhanina O.N., Kolchin D.V.

Art therapy in the correction of the psychoemotional state of patients who have suffered stroke at the stage of medical rehabilitation

MEDICAL EDUCATION

**Wamalwa B.K., Mengich G.J., Kaniaru D.K.,
Chemjor H.C., Mbete D.A.**

Utilization of simulation models in clinical teaching in the department of clinical medicine at medical training colleges

DENTAL HEALTH

Panakhov N.A., Niyazova G.A.

The likelihood of complications with removable dentures with silver nanoparticles

MEDICAL IMAGING

Surovtsev E.N., Kapishnikov A.V., Pyshkina Yu.S., Galochkina M.V.

Comparison of the BI-RADS and Kaiser scales for assessing the malignancy of mammary gland formations

**Savchenkov Yu.N., Trufanov G.E., Fokin V.A., Efimtsev A.Yu.,
Arakelov S.E., Titova I.Yu., Meltonyan A.R.**

Magnetic resonance imaging technique to quantify biomarkers for chronic liver diseases

**Maslov N.E., Trufanov G.E., Moiseenko V.M., Valenkova D.A.,
Efimtsev A.Yu., Plakhotina N.A., Sidorina A.S.**

Radiogenomic approach to glial tumors imaging under conditions of initial diagnostic measures: adaptation principles development

Anpilogova K.S., Sidorina A.S., Trufanov G.E.

Current view on the diagnosis of intestinal malrotation in neonates: radiologic and ultrasound imaging techniques

RULES FOR AUTHORS

РЕДАКЦИОННАЯ СТАТЬЯ

EDITORIAL ARTICLE

РЕДАКЦИОННАЯ СТАТЬЯ
<https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2024.1.EDT.1>

EDITORIAL ARTICLE
УДК 614.2-612.1:272

ЭТИЧЕСКИЕ ВОЗЗРЕНИЯ НА ВОПРОС ДОНОРСТВА И ТРАНСПЛАНТАЦИИ ОРГАНОВ В КАТОЛИЧЕСКОМ ВЕРОУЧЕНИИ

Карлос Иса¹, Фернандо Вера¹, Е.Ю. Аносова^{2,3}, Б.И. Яремин^{2,3,4}

¹Римская католическая церковь, Прелатура Святого Креста и Дела Божия, ул. Малая Грузинская, д. 27, ст. 2, г. Москва, 123557, Россия

²Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского, Большая Сухареvская пл., д. 3, г. Москва, 129090, Россия

³Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова, ул. Островитянова д. 1, г. Москва, 117997, Россия

⁴Московский медицинский университет «Реавиз», ул. Краснобогатырская, д. 2, стр. 2, г. Москва, 107564, Россия

Резюме. Актуальность. В странах Европы и Америки с преобладанием христиан в популяции отмечается более высокий уровень донорства органов. Хотя вопросы посмертного донорства не упоминаются в Священном Писании, идея бескорыстного посмертного жертвования полностью соответствует христианскому духу. Римская католическая церковь первой признала донорство и трансплантацию органов морально приемлемыми и указала, что поощряет донорство органов. *Целью работы* стал анализ воззрений, изложенных в официальных документах Римской католической церкви, на вопросы этики в деятельности по донорству и трансплантации органов. *Материалы и методы:* Проанализированы положения Катехизиса Католической Церкви, посланий Пап Римских, Кодекса канонического права и других этических документов по вопросам приемлемости технологии трансплантации органов и посмертного донорства, принципа презумпции согласия, легитимности констатации смерти мозга, осуждения торговли органами, недопустимости дискриминации при аллокации органов, допустимости трансплантации от живых доноров, донорства от младенцев с анэнцефалией, ксенотрансплантации. *Заключение:* Представленная работа свидетельствует о том, что католическая позиция по вопросам донорства и трансплантации органов является хорошо и глубоко проработанной, основанной на уважении достоинства человека и его праве выбора, поощрении добровольного акта пожертвования своих органов как дара, простирающегося за границу жизни и смерти.

Ключевые слова: биомедицинская этика; каноническое право; католическая церковь; смерть мозга; презумпция согласия; ксенотрансплантация; аллотрансплантация.

Конфликт интересов. Б.И. Яремин является ответственным секретарём редакционной коллегии журнала, Е.Ю. Аносова является научным редактором журнала. В принятии решения о публикации работы участия не принимали.

Финансирование. Исследование проводилось без спонсорской поддержки.

Для цитирования: Иса К., Вера Ф., Аносова Е.Ю., Яремин Б.И. Этические воззрения на вопрос донорства и трансплантации органов в католическом вероучении. *Вестник медицинского института «РЕАВИЗ». Реабилитация, Врач и Здоровье.* 2024;14(1):6-22. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2024.1.EDT.1>

ETHICAL VIEWS ON THE ISSUE OF ORGAN DONATION AND TRANSPLANTATION IN CATHOLIC DOCTRINE

Carlos Iza¹, Fernando Vera¹, Ekaterina Yu. Anosova^{2,3}, Boris I. Yaremin^{2,3,4}

¹Roman Catholic Church, Prelature of the Holy Cross and Opus Dei, 27, st. 2, Malaya Gruzinskaya str., Moscow, 123557, Russia

²N.V. Sklifosovsky Research Institute of Emergency Medicine, 3, Bolshaya Sukharevskaya Square, Moscow, 129090, Russia

³N.I. Pirogov Russian National Research Medical University, 1, Ostrovityanova str., Moscow, 117997, Russia

⁴Moscow Medical University «Reaviz», 2, Krasnobogatyrskaya str., p. 2, Moscow, 107564, Russia

Resume. In countries in Europe and America with a predominance of Christians in the population, there is a higher level of organ donation. Although the issue of post mortem donation is not mentioned in the Holy Scriptures, the idea of selfless sacrifice is entirely in keeping with the Christian spirit. The Roman Catholic Church was the first to recognize organ donation and transplantation as morally acceptable and indicated that it encourages organ donation. *The purpose of the work* was to analyze the views set forth in the official documents of the Roman Catholic Church on the issues of ethics in organ donation and transplantation. *Materials and methods.* The provisions of the Catechism of the Catholic Church, the Epistles of the Popes of Rome, the Code of Canon Law and other ethical documents on the acceptability of the technology of organ transplantation and postmortem donation, the principle of the presumption of consent, the legitimacy of the declaration of brain death, the condemnation of organ trafficking, the inadmissibility of discrimination in the allocation of organs, the admissibility of transplantation from living donors, donation from infants with anencephaly, xenotransplantation are analyzed. *Conclusion.* The presented work testifies to the fact that the Catholic position on organ donation and transplantation is well and deeply developed, based on respect for the dignity of a person and his right to choose, the encouragement of the voluntary act of donating one's organs as a gift extending beyond the border of life and death.

Keywords: biomedical ethics; canon law; Catholic Church; brain death; presumption of consent; xenotransplantation; allotransplantation.

Competing interests. B.I. Yaremin is the executive secretary of the editorial board of the journal, E. Yu. Anosova is the scientific editor of the journal. They did not take part in the decision to publish the work.

Financing. The study was conducted without sponsorship.

Cite as: Iza K., Vera F., Anosova E.Yu., Yaremin B.I. Ethical Views on the Issue of Organ Donation and Transplantation in Catholic Doctrine. *Bulletin of the Medical Institute "REAVIZ". Rehabilitation, Doctor and Health.* 2024;14(1):6-22. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2024.1.EDT.1>

Трансплантация органов является самой уникальной медицинской специальностью. Уникальность эта определяется тем, что помимо классической парадигмы «врач-пациент», в число субъектов при трансплантации вступает ещё один человек – донор, органы которого используют для спасения жизни другого человека. Необходимость учитывать волю этого человека и сохранить его достоинство, возрастающая потребность в спасении жизней людей при помощи трансплантации, наличие споров и неоднозначных суждений заставляет многих людей искать моральной уверенности в вере и религии. Для 2,3 миллиардов христиан важным ориентиром в жизни, смерти и этических вопросах является учение их Церкви. И, хотя вопросы донорства органов не упоминаются в Священном Писании, идея бескорыстного жертвования во спасение является центральной в Христианском Вероучении. «Ведь Бог так полюбил этот мир, что отдал Своего единственного Сына, чтобы каждый верующий в Него не погиб, но имел вечную жизнь» (Ин 3:16). Христиане верят в вечную жизнь и в то, что ничто из того, что может произойти с телом, до или после смерти, не нарушит отношений с Богом. «И отрёт Бог всякую слезу с очей их, и смерти не будет уже; ни плача, ни вопля, ни болезни уже не будет, ибо прежнее прошло» (Отк. 21: 4-5). Иисус Христос послал своих апостолов с поручением исцелять болезни и недуги: «больных исцеляйте ... даром получили, даром давайте» (Мф. 10:8).

Изучение воззрений Католической церкви по вопросам донорства и трансплантации органов является важной задачей как из-за большой численности верующих (1,3 млрд), так и значительной давности изучения этих вопросов. Действительно, представления о трансплантации как о возможном варианте спасения жизни присутствуют в предании достаточно давно.

В «Золотой легенде» Иакова из Ворагина, датированной 1257 годом, не являющейся официально признанным Церковью документом, но широко распространённой в Европе в Средние века написано «Феликс, восьмой папа после Св. Григория, построил в Риме церковь в память о Святах Косме и Дамиане. И был там человек, который истово служил этим мученикам с большой язвой на ноге. Когда он спал, святые мученики Косма и Дамиан явились их благочестивому служителю. Они несли с собой инструменты и мазь. Один из них спросил – где мы возьмём плоть, чтобы заполнить его дефект? Другой ответил – вот, есть эфиоп, который умер сегодня и недавно похоронен на кладбище Св. Петра, давай возьмём его плоть и заполним рану. Человек проснулся, и увидел, что его нога больше не болит, но здоровое бедро кажется ему чужим. Когда же открыли гроб того мавра, у него оказалась больная

нога вместо бывшей у него здоровой». Данный сюжет был широко известен в Европе задолго до появления сколько-нибудь последовательных предпосылок к реальной клинической трансплантации.

Римская католическая церковь первой признала донорство и трансплантацию органов морально приемлемыми и указала, что поощряет донорство органов. Следует рассмотреть частные вопросы донорства и трансплантации органов.



Рисунок 1. Святые Косма и Дамиан исцеляют Юстина. Св. Фра Анджелико. 1445. Масло и темпера на доске. Кунстхаус, Цюрих
Figure 1. Saints Cosmas and Damian heal Justin. St. Fra Angelico. 1445. Oil and tempera on the board. Kunsthaus, Zurich

Приемлемость технологии трансплантации органов и посмертного донорства

В 1956 году Папа Пий XII заявил: «человек может по своему желанию распорядиться своим телом и предназначить его для целей полезных, морально безупречных и даже благородных, среди которых желание помочь больным и страдающим... Это решение должно быть не осуждено, а положительно оправдано». В августе 2000 г. Папа Римский Иоанн Павел II посетил Международный конгресс по трансплантации в Риме, где заявил, что «трансплантация – это большой шаг вперёд в науке», и заявил, что «Католическая церковь будет способствовать тому, что существует потребность в донорах органов и что христиане должны принимать это как «вызов их щедрости и братской любви», если только соблюдаются этические принципы» и далее «Мы должны привить в сердцах людей, особенно в сердцах молодёжи, подлинное и глубокое понимание необходимости братской любви, любви, которая может найти выражение в решении стать донором органов». В 2008 году папа Бенедикт XVI, обращаясь к участникам того же конгресса, скажет: «Донорство органов является уникальным свидетельством милосердия. В наше время, часто отмеченное различ-

ными проявлениями эгоизма, все важнее понимать, насколько необходимо принять логику ценности правильного понимания жизни. В нем – ответственность любви и милосердия, чтобы сделать свою собственную жизнь подарком для других, если только человек действительно стремится истинного самопожертвования. Как учил Господь Иисус, только отдавая свою жизнь, вы можете сохранить ее». Ещё до избрания на Папский престол кардинал Йозеф Ратцингер подчёркивал, что имеет карточку донора органов и демонстрировал её журналистам. В октябре 2014 г. и Папа Франциск назвал акт донорства органов «свидетельством любви к ближнему».

Указанные учения нашли реализацию в Катехизисе Католической Церкви. ККЦ, указывает в п. 2296 «Пересадка органов соответствует нравственному закону, если физические и психологические опасности и риски, которые берет на себя донор, пропорциональны искомому благу для реципиента. Посмертное дарование своих органов является благородным и достойным делом и должно поощряться как проявление щедрой солидарности. Оно морально неприемлемо, если донор или его близкие не дали на это явного согласия. Кроме того, морально неприемлемо приводить к инвалидности или к смерти человеческую личность – даже если это делается для того, чтобы продлить жизнь других людей» и далее в п. 2301 «Бескорыстный дар органов после смерти законен и может быть похвальным».

Важным этическим нормативным документом для католического здравоохранения стал и «Новый устав медицинских работников» (Nuova carta degli operatori sanitari), изданный Папским советом по пастырству в здравоохранении в 2016 г. В этом документе, в частности, сказано следующее.

«Прогресс и распространение трансплантологии сегодня позволяет лечить и излечивать многих пациентов, которые ещё недавно могли ожидать только смерти или, в лучшем случае, мучительного и ограниченного существования. Донорство и трансплантация органов являются важными проявлениями служения жизни и солидарности, которые связывают людей вместе, и являются особой формой свидетельства о милосердии. По этим причинам у них есть моральная ценность, которая узаконивает их медицинскую практику. Медицинское вмешательство в трансплантацию неотделимо от акта донорства человеком. При донорстве органов донор великодушно и свободно соглашается на их изъятие. В случае сохранения органов у живого согласие должно быть дано лично лицом, способным его выразить. Особое внимание следует уделить лицам, находящимся в особо уязвимых условиях. В случае посмертного донорства согласие должно быть каким-либо образом выражено в течение жизни донора, а после кем-то, кто может законно представ-

лять его. Возможность, допускаемая биомедицинским процессом, планировать после смерти своё призвание любить должна побудить людей принести в жертву часть своего тела, приношение, которое будет действовать только после смерти. Это акт великой любви, той любви, которая отдаёт свою жизнь за других. Включившись в эту структуру любви, сам медицинский акт трансплантации и даже простое переливание крови не могут быть отделены от акта жертвоприношения донора, от любви, которая даёт жизнь. Здесь медицинский работник становится посредником чего-то особенно важного, самопожертвования, сделанного одним человеком даже после смерти, чтобы другой мог жить... Перед нами стоит задача любить ближнего по-новому; в евангельских терминах – любить до конца (Ин 13, 1), хотя бы в определённых пределах, которые не могут быть превышены, пределах, установленных самой человеческой природой».

Принцип презумпции согласия

Презумпция согласия – это этическая и юридическая норма, позволяющая посмертно извлекать ткани и органы для трансплантации, если не будет выдвинуто соответствующего возражения от родственников. Несмотря на то, что приемлемость данного принципа вызвала диспуты и споры в обществе, по вопросу презумпции согласия однозначных высказываний или официально обозначенной позиции Церковью сделано не было. Обращение Папы Римского Иоанна Павла II к участникам 18 Международного конгресса по трансплантологии: «Только когда ... моральная уверенность существует, и информированное согласие получено донором или его законными представителями, является моральное право начать технические процедуры, необходимые для изъятия органов». ККЦ в ст. 2296 также указывает «Пересадка органов морально неприемлема, если донор или его законные представители не дали на то согласия, полностью отдавая себе отчёт в происходящем.» Вероятно, именно поэтому в ряде стран, в которых узаконена презумпция согласия, реальная практика все же сопровождается испрашиванием согласия у родственников посмертного донора. Тем не менее, в интервью кардинал Йозеф Ратцингер ответил следующее по вопросу приемлемости принципа презумпции согласия «Со своих позиций я не позволяю себе комментировать законы каких-либо государств. Я не сужу законы. Я только хочу сказать, что донорство своих органов для трансплантации добровольно, в полном осознании и полном знании, означает глубокое выражение истинного глубокого акта любви к ближнему... Это – юридические аспекты, по которым я не вправе делать заявлений ... Я не стану судить законы, кроме того, что скажу, что

донорство органов – это проявление братской любви». Таким образом, Католическая Церковь не делала официальных заявлений о неприемлемости понятия презумпции согласия. Более того, некоторые авторы подчёркивали необходимость внедрения принципа презумпции согласия как этически оправданного – основываясь на аргументации на общем благе и на том факте, что трансплантация после смерти не причинит пациенту никакого вреда, они предполагают, что должно быть согласовано предложение о презумпции разрешения на сохранение органа (Boyle and O'Rourke, 1986). В «Новом уставе...» по данному вопросу указано следующее «Труп уже не является в собственном смысле слова субъектом права, потому что он лишён личности, которая одна только и может быть субъектом права. Поэтому направлять его на выгодные, нравственно безупречные и даже высокие цели – это решение, которое не осуждается, а положительно оправдано. Однако для этого требуется согласие умершего, данное до смерти, или отсутствие возражений со стороны лиц, имеющих на это право».

Легитимность констатации смерти мозга

По вопросу приемлемости констатации смерти мозга и легитимности этого понятия для определения момента смерти человека Папа Пий XII высказывался следующим образом: «Что касается исследования фактов [констатации смерти] в конкретных случаях, ответ не может быть выведен из какого-либо религиозного или морального принципа, и в этом аспекте он не входит в компетенцию Церкви. Соображения общего характера позволяют нам верить, что человеческая жизнь продолжается до тех пор, пока жизненные функции, отличные от простой жизни органов, проявляются спонтанно или даже с помощью искусственных процессов. Врач, в особенности анестезиолог, должен дать ясное и точное определение смерти и момента смерти пациента, который умирает в бессознательном состоянии. Здесь можно принять обычную концепцию полного и окончательного отделения души от тела; но на практике необходимо учитывать неточность терминов «тело» и «отделение»». Несмотря на существовавшую полемику вокруг приемлемости понятия смерти мозга, существующая позиция была оглашена Папой Иоанном Павлом II в 2000 г. «Можно сказать, что критерий, принятый в более поздние времена для установления факта смерти, а именно полное и необратимое прекращение всякой мозговой деятельности, если его строго применять, повидимому, не противоречит существенным элементам здоровой антропологии. Таким образом, медицинские работники, профессионально ответственные за констатацию смерти, могут использовать эти критерии в каждом отдельном случае в качестве

основы для достижения той степени уверенности в этических суждениях, которую моральное учение называет «моральной уверенностью». Более того, не допуская активную эвтаназию, ККЦ указывает на моральную приемлемость отказа от излишней терапевтической настойчивости – п. 2278 «Прекращение дорогостоящих, опасных, экстраординарных или несоразмерных ожидаемому результату медицинских процедур может быть законным. Это отказ от «терапевтической настойчивости». Здесь нет намерения принести смерть, есть только признание невозможности помешать ей. Решения должны приниматься самим пациентом, если он обладает на то способностью и возможностью, либо теми, у кого есть законное право решать; при этом необходимо всегда уважать разумную волю пациента и его законные интересы.» Несколько лет спустя, в 1985 году, Папская академия наук предложила своё собственное определение, которое она подтвердила два года спустя: «Человек умирает, когда он необратимо утратил всякую способность к интеграции и координации физических и психических функций организма» Далее представляется очевидным, что установление полной и необратимой утраты всех функций мозга является истинным медицинским критерием смерти и что этот критерий может быть установлен в двух случаях. Либо установив прекращение кровообращения и дыхания, либо непосредственно продемонстрировав необратимую потерю всех функций мозга (смерть мозга). По данному вопросу «Новый устав...» даёт довольно подробную этическую инструкцию: «Христианская вера, и не только она, утверждает постоянство духовного принципа человека и после смерти. Смерть человека – это событие, которое не может быть непосредственно идентифицировано никаким научным или эмпирическим методом. Но человеческий опыт учит нас, что смерть индивидуума неизбежно порождает биологические признаки, которые мы научились распознавать все более глубоким и детальным образом. Таким образом, так называемые критерии констатации смерти, которые сегодня использует медицина, следует понимать не как научно-техническое восприятие точного момента смерти человека, а как безопасный способ, предлагаемый наукой, для обнаружения биологических признаков уже наступившей смерти человека. С медико-биологической точки зрения смерть заключается в полной утрате интеграции того единого комплекса, который есть в организме человека. Медицинское наблюдение и интерпретация этого распада является обязанностью не морали, а науки. Медицина должна определить, насколько это возможно, клинические признаки смерти. Как только эта решимость будет достигнута, именно в её свете можно будет решать вопросы и моральные конфликты,

возникающие в связи с новыми технологиями и новыми терапевтическими возможностями. Хорошо известно, что в течение некоторого времени различные научные основания для констатации смерти сместили акцент традиционных кардиореспираторных признаков на так называемый неврологический критерий, т.е. обнаружение, в соответствии с параметрами, хорошо определёнными и разделяемыми международным научным сообществом, полного и необратимого прекращения всей мозговой деятельности (мозга, мозжечка и ствола мозга) как признака утраты организмом способности к интеграции индивидуума как такового. Столкнувшись с сегодняшними параметрами констатации смерти, независимо от того, говорим ли мы об энцефальных признаках или о более традиционных кардиореспираторных признаках, Церковь не делает научных выборов, а ограничивается евангельской ответственностью сопоставления данных, предлагаемых медицинской наукой, с единой концепцией человека в соответствии с христианской перспективой. Подчёркивание сходств и возможных противоречий, которые могут поставить под угрозу уважение человеческого достоинства. Если научные данные дают основание утверждать, что критерий полной смерти мозга и относительные признаки с уверенностью указывают на необратимую утрату единства организма, то можно сказать, что неврологический критерий, если его применять скрупулёзно, не оказывается в противоречии с существенными элементами правильной антропологической концепции. Следовательно, медицинский работник, несущий профессиональную ответственность за такую оценку, может полагаться на них для достижения в каждом конкретном случае той степени определённости этических суждений, которую моральная доктрина квалифицирует как моральную уверенность, уверенность, необходимую и достаточную для того, чтобы иметь возможность действовать этически правильным образом. Только при наличии этой уверенности будет морально законным активировать необходимые технические процедуры для извлечения органов, подлежащих трансплантации, при условии информированного согласия донора или его законных представителей. В такой области, как эта, не может быть ни малейшего подозрения в произволе, а там, где ещё не достигнута определённая ясность, должен преобладать принцип предосторожности. По этой причине полезно активизировать междисциплинарные исследования и размышления таким образом, чтобы само общественное мнение столкнулось с наиболее прозрачной правдой об антропологических, социальных, этических и юридических последствиях практики трансплантации. Особое внимание следует уделять изъятию органов в детском возрасте в связи с необходимостью применения к ре-

бёнку специфических параметров для констатации смерти, а также в связи с деликатным психологическим положением родителей, которые призваны дать согласие на изъятие. Потребность в органах у детей ни в коей мере не может оправдать отсутствие правильной верификации клинических признаков для констатации смерти у детей.»

Осуждение торговли органами

Церковь всегда осуждала любые возможности торговли органами. Папа Бенедикт XVI писал в 2008 г. «Любые случаи покупки и продажи органов или принятия утилитарных и дискриминационных критериев сталкиваются со значением дара, что делает их недействительными, квалифицирует их как незаконные моральные акты. Злоупотребления в пересадке и торговля органами, которые зачастую затрагивают невинных людей, таких, как дети, должны найти в научном и медицинском сообществе решительный единодушный отказ. Они должны быть решительно осуждены как отвратительное действие. ... Довольно часто трансплантация органов происходит в виде полностью безвозмездного жеста со стороны члена семьи, который был легально объявлен мёртвым. В этих случаях информированное согласие является предпосылкой свободы, поэтому пересадку можно охарактеризовать как подарок и не рассматривать как принуждение или оскорбительный акт».

Недопустимость дискриминации

Церковь не допускает дискриминации при распределении (аллокации) донорских органов. Нет сомнений, что в данном вопросе нужна справедливость, но как понимать справедливость, когда при любой стратегии одни пациенты всё-таки получают орган, а другие умрут, не получив его? Согласно наиболее формальному понятию справедливости, требуется, чтобы «равные» получали равные же возможности для получения органа. Но каков принцип этого уравнивания? Пациенты равны в отношении времени ожидания, срочности оказания медицинской помощи, возможности получить пользу от трансплантации, потенциала внести свой вклад в общество, невиновности в состоянии здоровья, платёжеспособности или какой-то сложной переменной, включающей в себя несколько из них? В схеме распределения США в уравнение справедливости традиционно учитывались только две переменные: время ожидания и срочность оказания медицинской помощи. Как отмечалось выше, в качестве доказательства неравенства в распределении органов авторы ссылались в основном на расхождения во времени ожидания. Но действительно ли время ожидания является наиболее значимой переменной при изме-

рении справедливости? Трудно понять, как это может быть, если оно не имеет ничего общего ни с одним из традиционных материальных принципов справедливости (основанных, например, на нужде или вкладе), за исключением, может быть, принципа, основанного на заслугах, хотя странно думать, что кто-то может «заслужить» дар органа, просто подождав больше других. Время ожидания, по-видимому, имеет моральное значение только косвенно, то есть в какой мере оно является показателем медицинской необходимости (при условии, что заболевание органов прогрессировало у тех, кто ждал дольше). В соответствии с этой точкой зрения UNOS в последнее время сократила приоритет времени ожидания, так как оно является плохим предиктором медицинской необходимости по сравнению с медицинскими исследованиями. Одна из причин этого заключается в том, что разные врачи включают пациентов в лист ожидания на разных стадиях их заболевания; другая причина заключается в том, что заболевания органов прогрессируют с разной скоростью у разных пациентов в зависимости от многих переменных, включая возраст и привычки образа жизни.

Рассмотрение способности кандидата внести свой вклад в общество было исключено на том основании, что это было бы спорным и предвзятым. С точки зрения католического здравоохранения, такая практика также явно противоречила бы обязательству *«выделять служением и защитой тех людей, чьи социальные условия ставят их на обочину нашего общества»*. Потенциальная польза от трансплантации органов также была исключена в качестве критерия оценки справедливости, хотя она учитывается при расчёте медицинской полезности. Известной серьёзной проблемой является этическая оправданность трансплантации печени людям, злоупотреблявшим алкоголем и обусловившим таким образом развитие у них цирроза печени. Помимо утилитарных аргументов, аргументы, основанные на принципах, были выдвинуты обеими сторонами дебатов. Некоторые утверждают, что деонтологические заботы о справедливости будут благоприятствовать тому, чтобы те, кто несёт ответственность за своё собственное заболевание (без обязательного приписывания вины или наказания), потому что у них была возможность избежать медицинской проблемы, в то время как у тех, кто не несёт ответственности за отказ своих органов, такой возможности не было. Другие, напротив, утверждают, что *«преданность врача всем нуждающимся пациентам должна основываться на осознании его собственной уязвимости перед болезнью и на сострадание к больным»*. Эта последняя позиция, по-видимому, больше соответствует этическим обязательствам

католического здравоохранения, изложенным выше.

Справедливо ли в принципе отдавать предпочтение человеку с наследственным заболеванием, а не тому, кто хотя бы частично несёт за него ответственность? Состояние здоровья (например, из-за злоупотребления психоактивными веществами) может быть предметом обсуждения. Однако, независимо от того, как будут разрешены теоретические дебаты, реализация такой политики, вероятно, неосуществима. Кроме того, для того, чтобы уважать правовые и этические требования равенства, мы должны последовательно придерживаться этого принципа предпочтения во всей нашей системе здравоохранения. Сексуальная распущенность, неправильное питание, отказ от физических упражнений, курение, вождение с превышением скорости и даже катание на лыжах – всё это распространённые и хорошо известные риски для здоровья. Вторая группа людей, которую некоторые предлагают исключить или дискриминировать в рамках системы распределения донорских органов – это заключённые. Многие люди считают отвратительным, что убийца или насильник может получить орган для пересадки раньше или вместо невинного ребёнка. Недавний опрос, проведённый среди 1000 представителей широкой общественности, показал, что среди лиц, принадлежащих к нескольким группам, включая алкоголиков, заключённые считались наименее достойными органов для трансплантации. Возможно, отражая общественное мнение, некоторые этики также задаются вопросом, не утратили ли преступники или, по крайней мере, лица, совершившие насильственные преступления, свой статус полноправных членов общества, нарушив общественный договор своими преступными действиями, и может ли это лишить их возможности получать органы. Но, несмотря на то, что можно привести аргументы против трансплантации заключённых, Церковь справедливо заняла позицию, что пенитенциарная система должна вершить правосудие, а медицинская система должна обеспечивать медицинскую помощь лицам. Для медицинской системы неправильно выносить, по сути, смертный приговор, который суд счёл неуместным. Более того, неясно, будет ли пенитенциарная система этически оправдана включением отказа в необходимом по медицинским показаниям лечении в отправлении карательного правосудия. Учитывая утверждения в Этических и Религиозных Директивах о том, что католическое здравоохранение должно защищать *«тех людей, чьи социальные условия ставят их на обочину нашего общества и делают их особенно уязвимыми для дискриминации»*, отрывки из Священного Писания, кото-

рые приравнивают наше отношение к узникам с нашим отношением ко Христу (Мф 25:39-40) и позицией Папы Иоанна Павла II в отношении смертной казни (нежелание использовать смерть в качестве наказания), маловероятно, что католическое нравственное богословие в конечном итоге поддерживает практику исключения заключённых из листов ожидания трансплантации органов.

Критериями, которых придерживается Церковь, являются: срочность, возможность успеха трансплантации с учётом состояния пациента, первоочерёдность листа ожидания донорского органа. Выбор элиминирует любую вероятность дискриминации, ни по какой причине, социальной или расовой. Трансплантация производится тому, кто в ней нуждается.

Допустимость трансплантации от живых доноров

До 1950 года, когда реальной практики трансплантации от живого человека другому не было, этот вопрос рассматривался сугубо теоретически (Каннингем, 1944). Многие теологи не одобряли данную тему. Они утверждали, что принцип тотальности и целостности может оправдать сознательное причинение ущерба только в том случае, если это делается для сохранения собственного здоровья или жизни человека. Реальная трансплантация органов от живых доноров начала выполняться проводиться в начале 1950-х годов. Специалисты по этике и морали уделили более пристальное внимание этому вопросу. Джеральд Келли писал: «Для врачей может показаться удивительным, что теологи могут испытывать какие-либо трудности в отношении ущерба здоровью и других процедур, которые выполняются с согласия субъекта, но имеют своей целью помощь другим. Руководствуясь своего рода инстинктивным суждением, мы считаем, что отдавать часть своего тела в помощь больному человеку не только морально оправдано, но в некоторых случаях даже героично» (1956, 246). Келли предположил, что принцип братской любви оправдывает трансплантацию при условии, что вред для донора будет ограничен. Сохранение функциональной целостности играет ключевую роль в решении этических вопросов, связанных с трансплантацией между живыми людьми. Всегда существует риск для донора, возможно развитие заболевания. Тем не менее, это считается оправданным в свете того, что доноры жертвуют ради общего блага. В настоящее время эволюция взглядов католических богословов на трансплантацию от родственных доноров привела к следующему консенсусу.

Трансплантация от живого донора будет считаться этически приемлемой, если выполняются следующие критерии:

1. Для реципиента операция является неотложной мерой для сохранения жизни.
2. Функциональная целостность донорского органа не будет нарушена, даже при изменении его анатомической целостности.
3. Риск, который донор берет на себя в знак милосердия, соответствует благу для реципиента.
4. Согласия как донора, так и реципиента являются свободными и основанными на полной информации.

Донорство от младенцев с анэнцефалией

У новорождённых с анэнцефалией отмечается недоразвитие высшего мозга, а именно коры, при сохранении функциональности ствола мозга. Выявление отсутствия способности к высшим функциям коры головного мозга представляет определённые трудности и отличается от установления факта смерти человека. Проведённые исследования ясно указывают, что развитие коры головного мозга не является определяющим этапом между предчеловеческим и человеческим развитием. Следовательно, что отсутствие развития высшего мозга не эквивалентно смерти (Furton, 2002). Президентская комиссия США по изучению этических проблем в медицине и биомедицинских и поведенческих исследованиях (PCEMR) определила (1981 г.): «Во-первых, ... неизвестно, какие участки мозга отвечают за познание и сознание; то немногое, что известно, указывает на существенные взаимосвязи между стволом мозга, подкорковыми структурами и неокортексом. Таким образом, «высший мозг» вполне может существовать только как метафорическое понятие, а не в реальности. Во-вторых, даже в тех случаях, когда участки или определённые аспекты сознания могут быть обнаружены, их прекращение часто не может быть оценено с той уверенностью, которая потребовалась бы для применения установленного законом определения. Таким образом, несмотря на то, что анэнцефалический младенец не может развиваться таким образом, чтобы полностью реализовать потенциал, обычно ассоциируемый с «личностью», нет никаких научных оснований считать анэнцефалических младенцев мёртвыми» (Sytsma, 1996).

Поэтому детей с анэнцефалией обычно считают живыми до полной потери активности мозга. Анэнцефалический младенец представляет собой крайне ослабленное человеческое существо, которое, хотя и не предвидится проживание долгого времени, официально не признано мёртвым. Из-за этого он не может быть использован в качестве донора органов, также как и любой другой человек, независимо от степени его ослабления, пока полная гибель мозга не будет документально подтверждена.

Ксенотрансплантация

Последние годы и месяцы сопровождаются повторяющимися попытками использования органов животных для трансплантации человеку (ксенотрансплантация). Современные средства и приёмы позволяют устранить реакцию ксеноотторжения трансплантата и инфекции (ксеноз), что порождает необходимость этической и моральной оценки этого потенциально важного вида помощи. Этические вопросы ксенотрансплантации были проанализированы Папской академией жизни в 2001 году (Pontifical Academy of Life, 2001; Sgreccia, Calipari, and Lavitrano, 2001). Академия выделила три вида этических вопросов о приемлемости ксенотрансплантации: 1) приемлемость вмешательства человека в порядок творения; 2) этическая целесообразность использования животных во благо человека; 3) объективное и субъективное воздействие, которое материал животного происхождения может оказать на личность ксенореципиента.

Папа Иоанн Павел II высказывался следующим образом: *«Человек является образом Божиим отчасти благодаря наказу, полученному от его Создателя, чтобы подчинить и господствовать над землей. Выполняя этот мандат, человек, каждый человек, отражает само действие Творца Вселенной»*. Смысл жизни человека не в том, чтобы произвольно «господствовать» над другими творениями. Живое творение должно служить подлинному и целостному благу человечества (всего и каждого человека). Некоторые документы Второго Ватиканского Собора уже подтвердили эту истину. В *«Lumen Gentium»* указано: *«Поэтому, благодаря своей компетентности в мирских дисциплинах и своей деятельности, внутренне возвышенной благодатью, они (миряне) должны усердно трудиться для того, чтобы блага, созданные человеческим трудом, техническим мастерством и гражданской культурой, могли служить на благо всех людей в соответствии с планом Творца и светом Его Слова. Пусть эти блага будут более надлежащим образом распределены между всеми людьми и пусть они по-своему будут способствовать всеобщему прогрессу в человеческой и христианской свободе»*. Постановление Второго Ватиканского Собора об апостольстве мирян утверждает *«Эта их природная добродетель (реальностей, составляющих временный порядок) получает дополнительное достоинство от их отношения к человеческой личности, для пользы которой они были созданы»*. Академия утверждает, что животные, будучи живыми существами, обладают особой ценностью, которую человек должен уважать. В то же время, согласно вероучению, Бог создал животных и другие нечеловеческие существа для служения человеку. Ксенотрансплантация предоставляет человеку дополнительную возможность творческой ответ-

ственности в разумном использовании силы, предоставленной Богом. Важно отметить, что католическая теология не налагает запретов на использование животных в качестве источника органов или тканей для трансплантации человеку, ни на религиозной, ни на ритуальной основе. Вопрос о приемлемости органов животных становится актуальным только после того, как установлено, что целостность личности не пострадала от ксенотрансплантации, и что соблюдены все общие этические требования трансплантации. Этот вопрос приобретает культурные и психологические измерения на уровне общества. Сохранение личной идентичности пациента-реципиента становится главной целью этических ограничений в ксенотрансплантации. Вначале Папа Пий XII (*Обращение к Итальянской ассоциации доноров роговицы, клинических офтальмологов и юридической медицины, 14 мая 1956 г.*) и далее Иоанн Павел II (*Обращение к Восемнадцатому Международному конгрессу Общества трансплантологов, 29 августа 2000 г., No 7*) одобрили этот метод, при условии, что *«пересаженный орган не влияет на психологическую или генетическую идентичность человека, который его получает»* и *«что существует доказанная биологическая возможность проведения такой трансплантации с успехом, не подвергая реципиента чрезмерному риску»*. Применение органов искусственно модифицированных животных для ксенотрансплантации влечёт за собой необходимость обдумывания вопросов, связанных с трансгенезом, и его этическими последствиями. Понятие «трансгенного животного» описывает существо, у которого генетическая структура изменена внесением нового гена (или генов). Термин «нокаут» относится к животным, у которых соответствующий эндогенный ген (или гены) больше не проявляются. Такие животные будут обладать уникальными характеристиками, передаваемыми потомству. Академия устанавливает определённые стандарты для ухода за искусственно созданными животными с целью соблюдения этических принципов. Гарантирование благополучия генетически модифицированных животных необходимо для оценки экспрессии трансгена и возможных изменений в анатомии, физиологии и/или поведении животного.

Необходимо учитывать воздействие на потомство и возможные экологические последствия, ограничивая уровень стресса, боли, страданий и беспокойства, которые могут испытывать животные. Трансгенные животные должны содержаться под строгим контролем и не выпускаться в окружающую среду. Количество использованных в экспериментах животных должно быть сведено к минимуму, а удаление органов и/или тканей должно осуществляться в рамках одной хирургической операции. Каж-

дый протокол эксперимента на животных должен подвергаться оценке компетентным комитетом по этике. В «Новом уставе...» по вопросу ксенотрансплантации указано следующее «Идёт дискуссия о возможности, пока ещё полностью экспериментальной, решения проблемы поиска органов для трансплантации у человека с помощью ксенотрансплантатов, т.е. трансплантации органов и тканей от животных. Ксенотрансплантация является законной и имеет двойное условие: пересаженный орган не влияет на личность и целостность человека, который его получает; что существует доказанная биологическая возможность успешного проведения такой трансплантации, не подвергая реципиента чрезмерным рискам. Кроме того, необходимо уважительно относиться к животным, участвующим в этих процедурах, соблюдая определённые критерии, такие как: избегать ненужных страданий, соблюдать критерии истинной необходимости и разумности и избегать неконтролируемых генетических модификаций, которые могут существенно изменить биоразнообразие и баланс видов в животном мире».

Перечень органов, подлежащих трансплантации

Хотя на уровне Учения Церкви высказываний по приемлемости трансплантации тех или иных органов сделано не было, авторы «Нового устава...» указывают «Не все органы могут быть пожертвованы. С этической точки зрения мозг и гонады должны быть исключены из трансплантации, так как они связаны с личностной и репродуктивной идентичностью человека соответственно. Это органы, которые

конкретно связаны с уникальностью человека, которые медицина должна защищать».

Обобщённая концепция донорства органов для трансплантации в католическом вероучении подтверждается конкретной деятельностью. Не провозглашая моральной обязанности жертвовать органы, католицизм признает не только обязанность быть справедливым, но и обязанность быть милосердным. Милосердие – это «величайшая социальная заповедь» (ККЦ п. 1889), а донорство органов – это один из способов реализации добродетели милосердия. В соответствии с этой точкой зрения в Этических и религиозных директивах для католических служб здравоохранения США сказано, что «Католические медицинские учреждения должны поощрять и предоставлять средства, чтобы желающие могли договориться о пожертвовании своих органов и тканей в этически законных целях, чтобы они могли быть использованы для донорства и научных исследований после смерти».

Заключение

Таким образом, католическая позиция по вопросам донорства и трансплантации органов является хорошо и глубоко проработанной, основанной на уважении достоинства человека и его праве выбора, поощрении добровольного акта пожертвования своих органов как дара, простирающегося за границу жизни и смерти. Данная позиция способствует снижению социальных разногласий в отношении пересадки органов и тканей, а также укрепляет морально-этические позиции сторонников широкого применения трансплантологии в целях сохранения жизни человека.

СТАТЬЯ НА АНГЛИЙСКОМ ЯЗЫКЕ

Organ transplantation is the most unique medical specialty. This uniqueness is determined by the fact that in addition to the classical "doctor-patient" paradigm, another person enters the list of subjects during transplantation – a donor, whose organs are used to save the life of another person. The need to take into account the will of this person and preserve his dignity, the increasing need to save people's lives through transplantation, the presence of disputes and ambiguous judgments makes many people seek moral certainty in faith and religion. For 2.3 billion Christians, the teachings of their Church are an important guide to life, death and ethical issues. And, although the issue of organ donation is not mentioned in the Holy Scriptures, the idea of selfless sacrifice for salvation is central to the Christian Faith. "For God so loved the world that he gave his one and only Son, that whoever believes in him shall not perish but have eternal life" (John 3:16). Christians believe in eternal life and that nothing that can

happen to the body, before or after death, will disrupt the relationship with God. "And God will wipe away every tear from their eyes, and there will be no more death; There will be no more mourning, nor crying, nor pain, for the former things have passed away" (Rev. 21:4-5). Jesus Christ sent his apostles with the task of healing sicknesses and illnesses: "Heal the sick... freely you have received, freely give" (Matthew 10:8). Studying the views of the Catholic Church on issues of organ donation and transplantation is an important task, both because of the large number of believers (1.3 billion) and the considerable length of time these issues have been studied. Indeed, the concept of transplantation as a possible life-saving option has been present in legend for quite a long time.

In the "Golden Legend" of James of Voragine, dated 1257, which is not an officially recognized document by the Church, but widespread in Europe in the Middle Ages, it is written that Felix, the eighth pope after St.

Gregory, built a church in Rome in memory of Saints Cosmas and Damian. *"And there was a man who fervently served these martyrs with a large ulcer on his leg. While he was sleeping, the holy martyrs Cosmas and Damian appeared to their pious servant. They carried tools and ointment with them. One of them asked - where will we get flesh to fill his defect? Another replied - here, there is an Ethiopian who died today and was recently buried in St. Peter's cemetery, let's take his flesh and fill the wound. The man woke up and saw that his leg no longer hurt, but his healthy hip seemed foreign to him. When they opened the coffin of that Moor, he found that he had a sick leg instead of his former healthy one."* This plot was widely known in Europe long before the appearance of any consistent prerequisites for real clinical transplantation.

The Roman Catholic Church was the first to recognize organ donation and transplantation as morally acceptable and indicated that it encourages organ donation. The specific issues of organ donation and transplantation should be considered.



Figure 1. Saints Cosmas and Damian heal Justin. St. Fra Angelico. 1445. Oil and tempera on the board. Kunsthau, Zurich

Acceptability of organ transplantation and post-mortem donation technology

In 1956, Pope Pius XII declared: *"man can dispose of his body at will and dedicate it to useful, morally blameless and even noble purposes, among which is the desire to help the sick and suffering... This decision should not be condemned, but positively justified."* In August 2000, Pope John Paul II attended the International Congress on Transplantation in Rome, where he stated that *"transplantation is a great advance in science"* and stated that *"the Catholic Church will promote the fact that there is a need for organ donors and that Christians should accept this as a "challenge to their generosity and brotherly love", as long as ethical principles are respected"* and further *"We must instill in the hearts*

of people, especially in the hearts of young people, a genuine and deep understanding of the need brotherly love, a love that can find expression in the decision to become an organ donor." In 2008, Pope Benedict XVI, addressing the participants of the same congress, will say: *"Organ donation is a unique testimony of mercy. Nowadays, often marked by different with all the manifestations of egoism, it is increasingly important to understand how necessary it is to accept the logic of the value of a correct understanding of life. In it lies the responsibility of love and mercy to make one's own life a gift to others, if only one truly strives for true self-sacrifice. As the Lord Jesus taught, only by giving your life can you keep it."* Even before his election to the Papal throne, Cardinal Joseph Ratzinger emphasized that he had an organ donor card and showed it to journalists. In October 2014, Pope Francis also called the act of organ donation *"a testimony of love for one's neighbor."*

These teachings are implemented in the Catechism of the Catholic Church (CCC). CCC, indicates in paragraph 2296 *"Organ transplants are in conformity with the moral law if the physical and psychological dangers and risks to the donor are proportionate to the good sought for the recipient. Organ donation after death is a noble and meritorious act and is to be encouraged as an expression of generous solidarity. It is not morally acceptable if the donor or his proxy has not given explicit consent. Moreover, it is not morally admissible to bring about the disabling mutilation or death of a human being, even in order to delay the death of other persons."* and further in paragraph 2301 *"The selfless gift of organs after death is legal and can be commendable."*

An important ethical normative document for Catholic health care was the "New Statute of Medical Workers" (Nuova carta degli operatori sanitari), issued by the Pontifical Council for the Pastoral Care of Health in 2016. This document, in particular, proclaims the following. *"The progress and spread of transplantology today makes it possible to treat and cure many patients who until recently could only expect death or, at best, a painful and limited existence. Organ donation and transplantation are important manifestations of service to life and solidarity that bind people together, and are a special form of witness to charity. For these reasons, they have a moral value that legitimizes their medical practice. Medical intervention in transplantation is inseparable from the act of human donation. In organ donation, the donor generously and freely agrees to their removal. In the case of preserving organs from a living person, consent must be given personally by a person capable of expressing it. Particular attention should be paid to persons in particularly vulnerable situations. In the case of postmortem donation, consent must be expressed in some way during the donor's lifetime and thereafter by someone who can legally represent him."*

The possibility allowed by the biomedical process to plan after death one's calling to love should encourage people to sacrifice a part of their body, an offering that will only work after death. This is an act of great love, the kind of love that gives its life for others. Having been included in this structure of love, the medical act of transplantation itself and even a simple blood transfusion cannot be separated from the act of sacrifice of the donor, from the love that gives life. Here the health worker becomes a mediator of something especially important, a self-sacrifice made by one person even after death so that another can live... We are faced with the task of loving our neighbor in a new way; in evangelical terms, to love to the end (John 13:1), at least within certain limits that cannot be exceeded, limits established by human nature itself."

The principle of presumed consent

The presumption of consent is an ethical and legal norm that allows tissue and organs to be removed postmortem for transplantation if there is no objection from relatives. Despite the fact that the acceptability of this principle caused debates and disputes in society, the Church did not make any statements regarding the presumption of consent of unambiguous statements or an officially designated position. Address by Pope John Paul II to the participants of 18th International Congress on Transplantation: *"Only when ... moral certainty exists, and informed consent has been obtained by the donor or his legal representatives, is there a moral right to begin the technical procedures necessary for organ removal."* CCC in st. 2296 also states, *"Organ transplantation is morally unacceptable unless the donor or his legal representatives consent with full knowledge of what is happening."* This is probably why in a number of countries where the presumption of consent is legalized, the actual practice is still accompanied by asking for consent from the relatives of the posthumous donor. However, in an interview, Cardinal Joseph Ratzinger answered the following on the issue of the acceptability of the principle of presumption of consent: *"From my position, I do not allow myself to comment on the laws of any states. I don't judge laws. I just want to say that donating your organs for transplantation voluntarily, in full awareness and full knowledge, means a deep expression of a true deep act of love for your neighbor... These are legal aspects on which I have no right to make statements... I will not judge the laws, except to say that organ donation is an expression of brotherly love."* Thus, the Catholic Church has not made any official statement that the concept of presumption of consent is unacceptable. Moreover, some authors have emphasized the need to introduce the principle of a presumption of consent as ethically justifiable - based on arguments based on the common good and the fact that transplantation after death will not cause any harm

to the patient, they suggest that there should be consent. but a proposal for a presumption of permission to preserve an organ (Boyle and O'Rourke, 1986). The "New Charter..." on this issue states the following: *"A corpse is no longer, in the proper sense of the word, a subject of law, because it is deprived of personality, which alone can be a subject of law. Therefore, directing it towards profitable, morally impeccable and even high goals is a decision that is not condemned, but positively justified. However, this requires the consent of the deceased, given before death, or the absence of objections on the part of persons entitled to it."*

Legitimacy of brain death declaration

On the issue of the acceptability of the declaration of brain death and the legitimacy of this concept for determining the moment of death of a person, Pope Pius XII spoke as follows: *"As for the examination of the facts [of the declaration of death] in specific cases, the answer cannot be deduced from any religious or moral principle, and in this aspect it does not fall within the competence of the Church. Considerations of a general nature lead us to believe that human life continues so long as vital functions other than the simple life of the organs are manifested spontaneously or even by artificial processes. The physician, especially the anesthesiologist, must give a clear and precise definition of death and the moment of death of a patient who dies in an unconscious state. Here the usual concept of the complete and final separation of the soul from the body may be accepted; but in practice it is necessary to take into account the inaccuracy of the terms "body" and "department."* Despite the existing controversy surrounding the acceptability of the concept of brain death, the current position was announced by Pope John Paul II in 2000. *"It can be said that the criterion adopted in later times for establishing the fact of death, namely the complete and irreversible cessation of all brain activity, if strictly applied, does not seem to contradict the essential elements of sound anthropology. Thus, medical professionals professionally responsible for ascertaining death can use these criteria in each individual case as a guide, the basis for achieving that degree of confidence in ethical judgments that moral teaching calls "moral certainty."* Moreover, by not allowing active euthanasia, the CCC points out the moral acceptability of refusing excessive therapeutic persistence - paragraph 2278 *"The cessation of expensive, dangerous, extraordinary or disproportionate to the expected result of medical procedures may be legal. This is a rejection of "therapeutic persistence." There is no intention here to bring death, there is only an acknowledgment of the impossibility of preventing it. Decisions must be made by the patient himself, if he has the ability and opportunity to do so, or by those who have the legal right to decide; At the same time, it is always necessary to respect the rea-*

sonable will of the patient and his legitimate interests." A few years later, in 1985, the Pontifical Academy of Sciences proposed its own definition, which it confirmed two years later: "A person dies when he has irreversibly lost all ability to integrate and coordinate the physical and mental functions of the body." More It seems clear that the establishment of complete and irreversible loss of all brain functions is the true medical criterion of death and that this criterion can be established in two cases. Either by establishing cessation of circulation and respiration, or by directly demonstrating the irreversible loss of all brain functions (brain death). On this issue, the "New Charter..." gives quite detailed ethical instructions: "The Christian faith, and not only it, affirms the constancy of the spiritual principle of man even after death. The death of a person is an event that cannot be directly identified by any scientific or empirical method. But human experience teaches us that the death of an individual inevitably gives rise to biological signs that we have learned to recognize in ever deeper and more detailed ways. Thus, the so-called criteria for ascertaining death, which medicine uses today, should be understood not as a scientific and technical perception of the exact moment of a person's death, but as a safe method offered by science for detecting biological signs of a person's death that has already occurred. From a medical and biological point of view, death consists of a complete loss of integration of that single complex that exists in the human body. Medical observation and interpretation of this decay is not the responsibility of morality, but of science. Medicine must determine, to the extent possible, the clinical signs of death. Once this determination has been achieved, it will be in its light that issues and moral conflicts can be resolved arising in connection with new technologies and new therapeutic options. It is well known that for some time various scientific bases for declaring death have shifted the emphasis of traditional cardiorespiratory signs to the so-called neurological criterion, i.e. the discovery, in accordance with parameters well defined and shared by the international scientific community, of a complete and irreversible cessation of all brain activity (brain, cerebellum and brain stem) as a sign of the body's loss of the ability to integrate the individual as such. Faced with today's parameters for pronouncing death, whether we are talking about encephalic signs or more traditional cardiorespiratory signs, the Church does not make scientific choices, but is limited to the evangelical responsibility of comparing the data offered by medical science with a unified concept of man according to the Christian perspective. highlighting similarities and possible contradictions that may jeopardize respect for human dignity. If the scientific evidence gives grounds to assert that the criterion of complete brain death and the relative signs indicate with certainty the irreversible loss of the unity of the organism, then it

can be said that the neurological criterion, if applied scrupulously, does not contradict the essential elements of the correct anthropological concept. Consequently, the medical professional with professional responsibility for such assessment can rely on them to achieve in each particular case that degree of certainty of ethical judgments that moral doctrine qualifies as moral certainty, the certainty necessary and sufficient to be able to act ethically right. way. Only with this certainty will it be morally legitimate to activate the necessary technical procedures to retrieve organs to be transplanted, subject to the informed consent of the donor or his legal representatives. In such a field as this there cannot be the slightest suspicion of arbitrariness, and where certainty has not yet been achieved, the precautionary principle must prevail. For this reason, it is useful to intensify interdisciplinary research and reflection so that public opinion itself is confronted with the most transparent truth about the anthropological, social, ethical and legal consequences of the practice of transplantation. Particular attention should be paid to the removal of organs in childhood due to the need to apply specific parameters to the child to ascertain death, as well as due to the delicate psychological position of the parents who are called upon to consent to the removal. The need for organs in children cannot in any way justify the lack of correct verification of clinical signs to determine death in children."

Condemnation of organ trafficking

The Church has always condemned any possibility of organ sell or trafficking. Pope Benedict XVI wrote in 2008: "Any cases of buying and selling organs or adopting utilitarian and discriminatory criteria collide with the meaning of a gift, which makes them invalid and qualifies them as illegal moral acts. Transplant abuse and organ trafficking, which often affects innocent people such as children, must be strongly and unanimously rejected by the scientific and medical community. They must be strongly condemned as a disgusting act. ... Quite often, organ transplantation occurs as a completely gratuitous gesture on the part of a family member who has been legally declared dead. In these cases, informed consent is a prerequisite for freedom, so the transplant can be characterized as a gift and not considered as coercion or an offensive act."

Non-discrimination

The Church does not allow discrimination in the distribution (allocation) of donor organs. There is no doubt that justice is needed in this matter, but how can we understand justice when, with any strategy, some patients will still receive an organ, while others will die without receiving it? The most formal concept of justice requires that "equals" receive equal opportunities to receive an organ. But what is the principle of this equa-

tion? Are patients equal with respect to waiting time, urgency of care, opportunity to benefit from transplantation, potential to contribute to society, innocence of medical conditions, ability to pay, or some complex variable involving several of these? In the US allocation scheme, only two variables have traditionally been factored into the equity equation: wait time and urgency of care. As noted above, the authors relied primarily on discrepancies in waiting times as evidence of inequalities in organ allocation. But is wait time really the most significant variable when measuring fairness? It is difficult to see how this could be if it has nothing to do with any of the traditional substantive principles of justice (based on need or contribution, for example), except perhaps the merit-based principle, although it is strange to think that someone may "earn" the gift of an organ simply by waiting longer than others. Waiting time appears to have moral significance only indirectly, that is, to what extent it is an indicator of medical necessity (assuming that organ disease progressed in those who waited longer). Consistent with this view, UNOS has recently deprioritized wait times because they are a poor predictor of medical need compared to medical research. One reason for this is that different doctors waitlist patients at different stages of their illness; Another reason is that organ diseases progress at different rates in different patients depending on many variables, including age and lifestyle habits.

Consideration of a candidate's ability to contribute to society was excluded on the grounds that it would be controversial and biased. From a Catholic health care perspective, such a practice would also clearly conflict with the commitment to *"singling out for service and protection those people whose social conditions place them on the margins of our society."* The potential benefit of organ transplantation has also been excluded as an equity criterion, although it is included in the calculation of medical utility. A well-known serious problem is the ethical justification of liver transplantation for people who abused alcohol and thus caused the development of liver cirrhosis. In addition to utilitarian arguments, principles-based arguments have been advanced by both sides of the debate. Some argue that deontological concerns about justice will favor those who bear responsibility for their own illness (without necessarily attributing blame or punishment) because they have the opportunity to avoid the medical problem, while those who do not bears responsibility for the failure of his organs, there was no such possibility. Others, on the contrary, argue that *"the physician's commitment to all patients in need should be based on an awareness of his own vulnerability to illness and compassion for the sick."* This latter position appears to be more consistent with ethical obligations as outlined above.

Is it fair in principle to give preference to a person with a hereditary disease over someone who is at least partially responsible for it? Health conditions (eg due to substance abuse) may be a subject of discussion. However, no matter how the theoretical debate is resolved, implementation of such a policy is likely to be unfeasible. Moreover, in order to respect the legal and ethical requirements of equality, we must consistently adhere to this principle of preference throughout our health care system. Sexual promiscuity, poor diet, lack of exercise, smoking, speeding and even skiing are all common and well-known health risks. The second group of people that some propose to exclude or discriminate against in the organ allocation system are prisoners. Many people find it disgusting that a murderer or rapist could receive an organ transplant before or instead of an innocent child. A recent survey of 1,000 members of the general public found that among individuals belonging to several groups, including alcoholics, prisoners were considered least worthy of organ transplantation. Perhaps reflecting public opinion, some ethicists also wonder whether criminals, or at least those who have committed violent crimes, have lost their status as full members of society by violating the social contract through their criminal acts, and whether this could prevent them from receiving organs. But while arguments can be made against transplanting prisoners, the Church has rightly taken the position that the penitentiary system must administer justice and the medical system must provide medical care to individuals. It is wrong for the medical system to impose what is essentially a death sentence that the court has deemed inappropriate. Moreover, it is unclear whether the prison system would be ethically justified in including the denial of medically necessary treatment as part of the administration of retributive justice. Given the statements in the Ethical and Religious Directives that Catholic health care should protect *"those people whose social conditions place them on the margins of our society and make them especially vulnerable to discrimination,"* excerpts from the Sacred Scriptures that equate our relationship to prisoners with our relationship to Christ (Matthew 25:39-40) and Pope John Paul II's position on the death penalty (reluctance to use death as a punishment) make it unlikely that Catholic Moral theology will ultimately support the practice of removing prisoners from organ transplant waiting lists.

The criteria that the Church adheres to are: urgency, the possibility of successful transplantation taking into account the patient's condition, and the priority of the waiting list for a donor organ. The choice eliminates any possibility of discrimination, for any reason, social or racial. Transplantation is performed for those who need it.

Admissibility of transplantation from living donors

Until 1950, when there was no real practice of transplantation from a living person to another, this issue was considered purely theoretically (Cunningham, 1944). Many theologians did not approve of this topic. They argued that the principle of totality and integrity can justify deliberately causing harm only if this is done to preserve one's own health or life. Actual organ transplantation from living donors began to be performed in the early 1950s. Ethics and moral experts have paid closer attention to this issue. Gerald Kelly wrote: "It may be surprising to physicians that theologians should have any difficulty with regard to personal injury and other procedures that are performed with the consent of the subject but are intended to help others. Guided by a kind of instinctive judgment, we believe that giving a part of our body to help a sick person is not only morally justified, but in some cases even heroic" (1956, 246). Kelly suggested that the principle of brotherly love justified transplantation provided that harm to the donor was limited. Maintaining functional integrity plays a key role in resolving ethical issues associated with inter-living transplantation. There is always a risk for the donor, the development of the disease is possible. However, it is considered justifiable in light of the fact that donors are giving for the greater good. Currently, the evolution of the views of Catholic theologians on transplantation from related donors led to the following consensus.

A living donor transplant will be considered ethically acceptable if the following criteria are met:

1. For the recipient, surgery is an urgent measure to save life.
2. The functional integrity of the donor organ will not be compromised, even if its anatomical integrity changes.
3. The risk that the donor takes as a sign of mercy corresponds to the benefit for the recipient.
4. Consents of both donor and recipient are free and based on complete information.

Donation from infants with anencephaly

Newborns with anencephaly have underdevelopment of the higher brain, namely the cortex, while maintaining the functionality of the brain stem. Identifying the lack of ability to perform higher functions of the cerebral cortex presents certain difficulties and differs from establishing the fact of a person's death. The existing research clearly indicates that the development of the cerebral cortex is not the defining stage between prehuman and human development. Consequently, the lack of development of the higher brain is not equivalent to death (Furton, 2002). The US Presidential Commission on Ethical Issues in Medicine and Biomedical and Behavioral Research (PCEMR) determined (1981):

"Firstly, ... it is unknown which areas of the brain are responsible for cognition and consciousness; What little is known points to significant connections between the brainstem, subcortical structures, and the neocortex. Thus, the "higher brain" may well exist only as a metaphorical concept, and not in reality. Secondly, even in cases where areas or certain aspects of consciousness can be detected, their cessation often cannot be assessed with the confidence that would be required to apply the statutory definition. Thus, although the anencephalic infant may not develop in such a way as to fully realize the potential usually associated with "personality," there is no scientific basis for considering anencephalic infants to be dead" (Sytsma, 1996).

Therefore, children with anencephaly are usually considered alive until there is complete loss of brain activity. An anencephalic infant is an extremely debilitated human being who, although not expected to live long, is not officially declared dead. Because of this, he cannot be used as an organ donor, just like any other person, regardless of the degree of his weakening, until complete brain death is documented.

Xenotransplantation

Recent years and months have been accompanied by repeated attempts to use animal organs for human transplantation (xenotransplantation). Modern means and techniques make it possible to eliminate the reaction of xenograft rejection and infection (xenosis), which creates the need for an ethical and moral assessment of this potentially important type of care. The ethical issues of xenotransplantation were analyzed by the Pontifical Academy of Life in 2001 (Pontifical Academy of Life, 2001; Sgreccia, Calipari, and Lavitrano, 2001). The Academy identified three types of ethical questions about the acceptability of xenotransplantation: 1) the acceptability of human intervention in the order of creation; 2) the ethical expediency of using animals for the benefit of humans; 3) the objective and subjective impact that material of animal origin can have on the personality of the xeno-recipient.

Pope John Paul II put it this way: *"Man is the image of God in part because of the mandate received from his Creator to subjugate and dominate the earth. In fulfilling this mandate, man, every man, reflects the very action of the Creator of the Universe."* The meaning of human life is not to arbitrarily "dominate" other creatures. A living creation must serve the true and integral good of humanity (everyone and every person). Some documents of the Second Vatican Council have already confirmed this truth. The Lumen Gentium states: *"Therefore, by virtue of their competence in worldly disciplines and their activities inwardly sublime by grace, they (the laity) should work diligently to ensure that the benefits created by human labor, technical skill and civic culture, could serve for the benefit of all people in*

accordance with the plan of the Creator and the light of His Word. May these goods be more properly distributed among all men, and may they in their own way contribute to the general progress of human and Christian freedom." The Decree of the Second Vatican Council on the apostolate of the laity states: *"This natural virtue of them (of the realities constituting the temporal order) receives additional dignity from their relation to the human person for whose benefit they were created."* The Academy argues that animals, as living beings, have a special value that humans should respect. At the same time, according to faith, God created animals and other non-human beings to serve man. Xenotransplantation provides a person with an additional opportunity for a creative response responsibility in the wise use of the power provided by God. It is important to note that Catholic theology does not prohibit the use of animals as a source of organs or tissues for human transplantation, either on a religious or ritual basis. The issue of acceptability of animal organs becomes relevant only after it has been established that the integrity of the individual has not been affected by xenotransplantation and that all general ethical requirements of transplantation have been met. This issue takes on cultural and psychological dimensions at the societal level. Preserving the personal identity of the recipient patient becomes the main goal of ethical restrictions in xenotransplantation. First, Pope Pius XII (Address to the Italian Association of Cornea Donors, Clinical Ophthalmologists and Legal Medicine, May 14, 1956) and then John Paul II (Address to the Eighteenth International Congress of the Society of Transplantology, August 29, 2000 ., No. 7) approved this method, provided that *"the transplanted organ does not affect the psychological or genetic identity of the person who receives it"* and *"that there is a proven biological possibility of performing such a transplantation successfully without exposing the recipient to undue risk."* The use of organs from artificially modified animals for xenotransplantation entails the need to consider issues related to transgenesis and its ethical implications. The term "transgenic animal" describes a creature whose genetic structure is changed by the introduction of a new gene (or genes). The term "knockout" refers to animals in which the corresponding endogenous gene(s) are no longer expressed. Such animals will have unique characteristics that are passed on to their offspring. The Academy sets certain standards for the care of artificially created animals in order to comply with ethical principles. Guaranteeing the welfare of genetically modified animals is necessary to assess transgene expression and possible changes in the anatomy, physiology and/or behavior of the animal. The effects on offspring and possible environmental consequences must be taken into account, limiting the level of stress, pain, suffering and anxiety that animals may experience. Transgenic animals must

be kept under strict control and not released into the environment. The number of animals used in experiments should be kept to a minimum, and removal of organs and/or tissues should be carried out in a single surgical operation. Every animal experimental protocol must be assessed by a competent ethics committee. The "New Charter..." on the issue of xenotransplantation states the following: *"There is a discussion about the possibility, still completely experimental, of solving the problem of finding organs for transplantation in humans using xenografts, i.e. transplantation of organs and tissues from animals. Xenotransplantation is legal and has a twofold condition: the transplanted organ does not affect the personality and integrity of the person who receives it; that there is a proven biological possibility of successfully performing such a transplantation without exposing the recipient to excessive risks. In addition, it is necessary to treat the animals involved in these procedures with respect, observing certain criteria, such as: avoiding unnecessary suffering, complying with the criteria of true necessity and reasonableness, and avoiding uncontrolled genetic modifications that can significantly change the biodiversity and balance of species in the animal world."*

List of organs subject to transplantation

Although no statements have been made at the level of Church Teaching on the acceptability of transplantation of certain organs, the authors of the "New Charter..." indicate "Not all organs can be donated. From an ethical point of view, the brain and gonads should be excluded from transplantation, since they are associated with a person's personal and reproductive identity, respectively. These are organs that are specifically related to the uniqueness of a person, which medicine should protect."

The general concept of organ donation for transplantation in the Catholic faith is confirmed by specific activities. While not proclaiming a moral obligation to donate organs, Catholicism recognizes not only the duty to be just, but also the duty to be merciful. Charity is "the greatest social commandment" (CCC para. 1889), and organ donation is one way of realizing the virtue of charity. Consistent with this view, the Ethical and Religious Guidelines for Catholic Health Care Services in the United States state that "Catholic health care institutions should encourage and provide means for those wishing to make arrangements for the donation of their organs and tissues in an ethically lawful manner." purposes so that they can be used for donation and research after death."

Conclusion

Thus, the Catholic position on issues of organ donation and transplantation is well and deeply developed, based on respect for human dignity and his right to choose, encouraging the voluntary act of donating one's organs as a gift that extends beyond the bounda-

ries of life and death. This position helps to reduce social disagreements regarding organ and tissue transplantation and also strengthens the moral and ethical positions of supporters of the widespread use of transplantation in order to preserve human life.

Литература [References]

- 1 Sprung CL, Maia P, Bulow HH, Ricou B, Armaganidis A, Baras M, et al. The importance of religious affiliation and culture on end-of-life decisions in European intensive care units. *Intensive Care Med*. 2007;33(10):1732–1739. PMID: 17541550 <https://doi.org/10.1007/s00134-007-0693-0>
- 2 Zyciński J. Ethics in medical technologies: the Roman Catholic viewpoint. *Journal of clinical neuroscience. J Clin Neurosci*. 2006;13(5):518–523. <https://doi.org/10.1016/j.jocn.2005.12.002>
- 3 Shemie SD. Clarifying the paradigm for the ethics of donation and transplantation: Was 'dead' really so clear before organ donation? *Philos Ethics Humanit Med*. 2007;2(1):1–5. <https://doi.org/10.1186/1747-5341-2-18>
- 4 Verheijde JL, Rady MY, McGregor J. Recovery of transplantable organs after cardiac or circulatory death: transforming the paradigm for the ethics of organ donation. *Philos Ethics Humanit Med*. 2007;2(1):1–9. PMID: 17519030 <https://doi.org/10.1186/1747-5341-2-8>
- 5 Dunstan GR. The ethics of organ donation. *Br Med Bull*. 1997;53(4):921–939. PMID: 9536539 <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.bmb.a011659>
- 6 Shemie SD, Simpson C, Blackmer J, MacDonald S, Dhanani S, Torrance S, et al. Ethics Guide Recommendations for Organ-Donation-Focused Physicians: Endorsed by the Canadian Medical Association. *Transplantation*. 2017;101(5S):S41–S47. PMID: 28437370 <https://doi.org/10.1097/TP.0000000000001694>
- 7 Ansari MN. Organ donation: ethics. *J Coll Physicians Surg Pak*. 2007;17(9):517–518. PMID: 17903395
- 8 Dalal AR. Philosophy of organ donation: Review of ethical facets. *World J Transplant*. 2015;5(2):44–51. PMID: 26131406 <https://doi.org/10.5500/wjt.v5.i2.44>
- 9 Truog RD, Robinson WM. Role of brain death and the dead-donor rule in the ethics of organ transplantation. *Crit Care Med*. 2003;31(9):2391–2396. PMID: 14501972 <https://doi.org/10.1097/01.CCM.0000090869.19410.3C>
- 10 Вестник медицинского института «РЕАВИЗ». Реабилитация, Врач и Здоровье. 2021;1:97–108. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2021.1.TX.3> Yaremin B.I., Pushkin S.Y., Navasardyan A.S., Selutin A.A., Gubarev K.K., Aleksandrova V.E. Moral and ethical aspects of organ donation for transplantation – a catechism project. *Bulletin of the Medical Institute «REAVIZ». Rehabilitation, Doctor and Health*. 2021;(1):97–108. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2021.1.TX.3> (In Russ).
- 11 Шарифова Р.А., Аль Брейзат А.С., Каабак М.М., Масликова У.В., Яремин Б.И. Этические вопросы ксенотрансплантации в свете религиозных воззрений. *Вестник медицинского института «РЕАВИЗ». Реабилитация, Врач и Здоровье*. 2022;1:117–130. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2022.1.TX.1> Sharifova R.A., Al Breizat A.S., Kaabak M.M., Maslikova U.V., Yaremin B.I. Ethical issues of xenotransplantation in the light of religious views. *Bulletin of the medical institute «REAVIZ». Rehabilitation, Doctor and Health*. 2022;(1):117–130. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2022.1.TX.1> (In Russ).
- 12 Furton EJ. Brain death, the soul, and organic life. *Natl Cathol Bioeth Q*. 2002 Autumn;2(3):455–470. PMID: 12854599 <https://doi.org/10.5840/ncbq20022332>
- 13 Bruzzone P. Religious aspects of organ transplantation. *Transplant Proc*. 2008;40(4):1064–1067. PMID: 18555116 <https://doi.org/10.1016/j.transproceed.2008.03.049>
- 14 Conti E, Litt A, Sytsma KJ. Circumscription of Myrtales and their relationships to other rosids: Evidence from rbcL sequence data. *Am J Bot*. 1996;83(2):221–233. <https://doi.org/10.2307/2445942>
- 15 Elio Sgreccia A, Calipari D, Lavitrano M. Church backing depends on ethical use of animals. *Nature*. 2001;414:687. <https://doi.org/10.1038/414687d>
- 16 Abdeldayem H, El-Kased AF, Elshaarawy A, Hammad ES, Al-Haddad O, Sobhi G, et al. Religious Concepts in Organ Transplantation. In: Abdeldayem H, El-Kased AF, El-Shaarawy A. (eds). *Frontiers in Transplantology*. InTech;2016. Ch.1. <https://doi.org/10.5772/62401>
- 17 Haas JM. Catholic teaching regarding the legitimacy of neurological criteria for the determination of death. *National Catholic Bioethics Quarterly*. 2011;11(2):279–299. <https://doi.org/10.5840/ncbq201111254>
- 18 Борисова А.О. Современная этическая оценка органного донорства: позиция католической церкви. *Национальная ассоциация ученых*. 2015;5-5 (10):42–45. Borisova A.O. Modern ethical assessment of organ donation: the position of the Catholic Church. *National Association of Scientists*. 2015;5-5 (10):42–45. (In Russ).
- 19 Michalska E, Kołodziej K, Szymański D, Strzelczyk J. Students of the Polish catholic theological seminars and the issue of organ transplantation. *Ann Transplant*. 2010;15(4):56–60. PMID: 21183877
- 20 United States Conference of Catholic Bishops. Ethical and religious directives for Catholic health care services. *Origins*. 2001 Jul 19;31(9):153–163. PMID: 11852862.
- 21 DuBois JM. Organ transplantation: an ethical road map. *The National Catholic Bioethics Quarterly*. 2002;2(3):413–453. <https://doi.org/10.5840/ncbq20022331>

Авторская справка

Иса Карлос

Священник Римской католической церкви, Прелатура Святого Креста и Дела Божия.
ORCID 0009-0007-5654-177X

Вклад автора: анализ данных источников литературы.

Вера Фернандо

Священник Римской католической церкви, Прелатура Святого Креста и Дела Божия.
ORCID 0009-0009-0088-097X

Вклад автора: анализ данных источников литературы.

Author's reference

Iza Carlos

Priest of the Roman Catholic Church, Prelature of the Holy Cross and Opus Dei.
ORCID 0009-0007-5654-177X

Author's contribution: analysis of literature sources data.

Vera Fernando

Priest of the Roman Catholic Church, Prelature of the Holy Cross and Opus Dei.
ORCID 0009-0009-0088-097X

Author's contribution: analysis of literature sources data

Аносова Екатерина Юрьевна

Врач-клинический ординатор центра трансплантации печени, Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского.

ORCID 0000-0002-0241-1298

Вклад автора: написание текста работы.

Яремин Борис Иванович

Канд. мед. наук, врач-хирург, ведущий специалист отдела внешних научных связей, Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского; доцент кафедры трансплантологии и искусственных органов, Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова; заведующий кафедрой хирургических болезней, Московский медицинский университет «Реавиз».

ORCID 0000-0001-5889-8675

Вклад автора: постановка задач, написание текста работы.

Ekaterina Yu. Anosova

Clinical resident of the liver transplantation Center, N.V. Sklifosovsky Research Institute of Emergency Medicine.

ORCID 0000-0002-0241-1298

Author's contribution: writing the text of the work.

Boris I. Yaremin

Cand. Sci. (Med.), Surgeon, Department De Ducens Specialist Externum Scientific Rationes, N.V. Sklifosovsky Research Institute of Emergency Medicine; Associate Professor of the Department of Transplantation and Artificial Organs, N.I. Pirogov Russian National Research Medical University; Head of the Department of Surgical Diseases, Moscow Medical University "Reaviz".

ORCID 0000-0001-5889-8675

Author's contribution: setting tasks, writing the text of the work.

МОРФОЛОГИЯ, ПАТОЛОГИЯ

MORPHOLOGY, PATHOLOGY

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ
<https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2024.1.MORPH.1>

ORIGINAL ARTICLE
УДК 616.728.3-018.3-056

СОМАТОТИПИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КОЛЛАГЕНОВОГО ОСТОВА МЕНИСКОВ КОЛЕННЫХ СУСТАВОВ МУЖЧИН

А.Н. Русских¹, А.Д. Шабоха¹, В.И. Касимов², Б.И. Яремин^{3, 4, 5}

¹Красноярский государственный медицинский университет им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого,
ул. Партизана Железняка, д. 1, г. Красноярск, 660022, Россия

²Красноярская межрайонная клиническая больница № 7, ул. Академика Павлова, д. 4, г. Красноярск, 660003, Россия

³Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского, Большая Сухаревская пл., д. 3, г. Москва, 129090, Россия

⁴Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова, ул. Островитянова д. 1, г. Москва, 117997, Россия

⁵Московский медицинский университет «Реавиз», ул. Краснобогатырская, д. 2, стр. 2, г. Москва, 107564, Россия

Резюме. *Актуальность.* Коллагеновая структура менисков коленного сустава является неотъемлемой частью механической целостности его тканей. Особенности строения коллагенового остова, в том числе и конституциональные, позволяют предположить способность менисков противостоять чрезмерному механическому воздействию и, как следствие, получению травмы. *Цель* – изучить различия коллагенового остова менисков коленных суставов у трупов мужчин разных типов полового диморфизма по Дж. Таннеру. *Материалы и методы.* Для исследования послужили мениски коленных суставов (медиальный и латеральный) от трупов 84 мужчин 22–74 лет разных типов полового диморфизма по Дж. Таннеру. Были изготовлены микропрепараты менисков на уровне тела, переднего и заднего рогов, окрашенные по методике К. Массона. Затем они подвергались сканирующей электронной микроскопии, описанию расположения и подсчёту процентного содержания коллагеновых волокон волокнистого хряща менисков коленных суставов с окружающими образованиями на единицу площади неизменной хрящевой ткани на уровне рогов и тела менисков коленных суставов. *Результаты.* Коллагеновые волокна тела обоих менисков коленных суставов мужчин располагаются параллельно, формируя центральную, верхние и нижние срединные и поверхностные слои. В рогах коллагеновые волокна располагаются преимущественно хаотично, что приводит к «сглаженности» границ – верифицируются поверхностные, нижний срединный и центральный слои в переднем роге и лишь поверхностные и центральный слои в заднем роге. Выявлено минимальное количество коллагена в центральном слое обоих рогов и тела менисков по сравнению с поверхностными слоями. Максимальные значения процентного содержания коллагена в центральном слое характерны для тела, минимальные – для заднего рога менисков. Кроме того, для этой части менисков характерно минимальное значение доли коллагена в верхнем поверхностном слое. Доля коллагеновых волокон в центральном и поверхностных слоях заднего рога менисков мужчин соматотипически детерминирована – низкие показатели процентного содержания коллагена в заднем роге обусловлены андроморфным типом полового диморфизма. *Заключение.* Таким образом, андроморфный тип полового диморфизма по Дж. Таннеру мужчин есть не что иное, как фактор предрасположенности к повреждениям менисков коленных суставов индивидуумов данной конституциональной группы, их следует относить к группе риска по травмам менисков коленных суставов.

Ключевые слова: коллагеновые волокна, мениски коленных суставов, структура менисков, тип полового диморфизма, микроскопия.

Конфликт интересов. Б.И. Яремин является ответственным секретарём редакционной коллегии журнала, в принятии решения о публикации работы участия не принимал.

Финансирование. Исследование проводилось без спонсорской поддержки.

Для цитирования: Русских А.Н., Шабоха А.Д., Касимов В.И., Яремин Б.И. Соматотипические особенности коллагенового остова менисков коленных суставов мужчин. *Вестник медицинского института «РЕАВИЗ». Реабилитация, Врач и Здоровье.* 2024;14(1):23–29. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2024.1.MORPH.1>

SOMATOTOPIC FEATURES OF THE COLLAGEN SKELETON OF THE KNEE MENISCUS IN MEN

Andrey N. Russkikh¹, Anna D. Shabokha¹, Vadim I. Kasimov², Boris I. Yaremin^{3, 4, 5}

¹Krasnoyarsk State Medical University named after Prof. V.F. Voyno-Yasenetsky, 1, Partizan Zheleznaya str., Krasnoyarsk, 660022, Russia

²Krasnoyarsk Interdistrict Clinical Hospital No. 7, 4, Akademika Pavlova str., Krasnoyarsk, 660003, Russia

³N.V. Sklifosovsky Research Institute of Emergency Medicine, 3, Bolshaya Sukharevskaya Square, Moscow, 129090, Russia

⁴N.I. Pirogov Russian National Research Medical University, 1, Ostrovityanova str., Moscow, 117997, Russia

⁵Moscow Medical University «Reaviz», 2, Krasnobogatyrskaya str., p. 2, Moscow, 107564, Russia

Abstract. *Relevance.* The structural features of the collagen skeleton, including constitutional ones, suggest the ability of the menisci to withstand excessive mechanical stress and injury. *Purpose* – to study the differences in the collagen skeleton of the knee menisci in male corpses of different types of sexual dimorphism according to J. Tanner. *Materials and methods.* The menisci of the knee joints (medial and lateral) from the corpses of 84 men aged 22–74 years of different types of sexual dimorphism according to J. Tanner were studied. Microslides of the menisci at the level of the body, anterior and posterior horns, stained according to the method of K. Masson, were made. The location is described and the percentage of collagen fibers of the fibrous cartilage of the menisci of the knee joints with surrounding formations per unit area of unchanged cartilage tissue at the level of the horns and body of the menisci is calculated. *Results.* The collagen fibers of the body of both menisci of men are located in parallel, forming the central, upper and lower middle and superficial layers. In the horns, collagen fibers are located chaotically, which leads to "smoothing" of the boundaries. A minimal amount of collagen was found in the central layer of both horns and the body of the meniscus compared to the superficial layers. The maximum values of the percentage of collagen in the central layer are characteristic of the body, the minimum – for the posterior horn of the menisci. Low percentages of collagen in the dorsal horn are due to the andromorphic type. *Conclusion.* The andromorphic type of sexual dimorphism according to J. Tanner in men is a predisposition factor to damage to the menisci of the knee joints.

Keywords: collagen fibers, menisci of the knee joints, structure of the menisci, type of sexual dimorphism, microscopy.

Competing interests. B.I. Yaremin is the executive secretary of the editorial board of the journal, they did not take part in the decision to publish the work.

Financing. The study was conducted without sponsorship.

Cite as: Russkikh A.N., Shabokha A.D., Kasimov V.I., Yaremin B.I. Somatotopic features of the collagen skeleton of the knee meniscus in men. *Bulletin of the Medical Institute "REAVIZ". Rehabilitation, Doctor and Health.* 2024;14(1):23–29. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2024.1.MORPH.1>

Введение

Изучение травмы коленного сустава продолжаетс, однако специфика исследований за последние годы зачастую сводится лишь к изучению факта травмы и способов последующей реабилитации [1–3]. Исследования предрасположенности к травмам менисков и связочного аппарата коленных суставов скудные и имеют лишь рекомендательный характер, основанный на личных наблюдениях авторов [4, 5].

На основании проведенного в 2020 году исследования «Вариантная анатомия менисков коленных суставов мужчин» установлена конституциональная обусловленность особенностей микроструктурного строения менисков коленных суставов. Доказана предрасположенность к дегенеративным изменениям менисков у мужчин определённого конституционального типа, что, в свою очередь, обуславливает большую вероятность травм. В отличие от мужчин гинекоморфного и мезоморфного типов полового диморфизма, мужчины андроморфного типа чаще подвержены дегенеративным изменениям микроструктуры заднего рога и, как следствие, частым травмам именно этого отдела менисков [6].

Поскольку дегенеративные изменения менисков коленных суставов (критерии – увеличение количества изогенных групп и диаметра хондроцитов) являются лишь факторами предрасположенности к травмам, то коллагеновый скелет хрящевой ткани – характеристика, позволяющая предположить способность менисков противостоять чрезмерному механическому воздействию и, как следствие, получению травмы [7–10].

Следовательно, цель дальнейшего исследования – изучение различий коллагенового остова менисков коленных суставов у трупов мужчин разных типов полового диморфизма по Дж. Таннеру.

Материалы и методы

Изучены мениски обоих коленных суставов (латеральный и медиальный) от трупов 84 мужчин 22–74 лет разных типов полового диморфизма по Дж. Таннеру. Все объекты исследования были разделены на три группы с учётом типа полового диморфизма по Дж. Таннеру: 1 группа – трупы мужчин гинекоморфного типа полового диморфизма (n = 27); 2 группа – трупы мужчин мезоморфного типа (n = 34); 3 группа – трупы мужчин андроморфного типа полового диморфизма (n = 23). Исследование одобрено локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО КрасГМУ (выписка № 83/2018 от 04.05.2018 г.).

После изъятия биологический материал (внутренние и наружные мениски обоих коленных суставов человека) фиксировали стандартным образом в 10% растворе формальдегида. Были изготовлены микропрепараты менисков на уровне тела, передних и задних рогов. Для более четкой визуализации коллагенового волокна (верификации соединительной ткани) и его количественного анализа применён метод трихромного окрашивания образцов ткани по К. Массону. Окрашенные гистологические срезы подвергались сканирующей электронной микроскопии. Проводилось описание расположения и подсчёт процентного содержания коллагеновых волокон волокнистого хряща менисков колен-

ных суставов с окружающими образованиями на единицу площади неизменной хрящевой ткани изучаемых срезов [11, 12]. Критерий включения – отсутствие каких-либо дегенеративно-дистрофических, а также воспалительных изменений волокнистого хряща. Сравнительный анализ микроструктурных особенностей внутреннего и наружного менисков коленных суставов осуществлялся с учётом конституциональной принадлежности индивидуума. Определение типа полового диморфизма трупов проводилось по методике Дж. Таннера с определением акромиального и тазогребневого диаметров тела исследуемых объектов.

Статистический анализ проведён с использованием программ SPSS Statistics 19,0 и Microsoft Excel. Для определения нормальности распределения выборки использовали критерий Шапиро – Уилка. Вариационные ряды количественных признаков с непараметрическим характером распределения были описаны с помощью медианы (Me) и процентилей [P₂₅; P₇₅]. При сравнении двух независимых выборок непараметрических данных использовался критерий Манна – Уитни (U-test) при критическом уровне значимости $p < 0,05$ [13].

Результаты исследования и их обсуждение

Установлено, что волокнистый хрящ обоих менисков коленных суставов у всех объектов исследуемой группы представлен слоистой структурой: центральный, поверхностные верхний и нижний, а также срединные верхний и нижний слои. Это подтверждает результаты исследований, описанные ранее в работах Рыбалко Д.Ю. [14]. Однако такая архитектура характерна только для гистологических срезов тела менисков. Из-за особенностей расположения коллагеновых волокон гистоструктура переднего и заднего рогов несколько иная (рис. 1). Так, коллагеновые волокна (синей окраски) поверхностных и срединных слоёв тела обоих менисков, независимо от конечности, практически всегда располагаются параллельно, с формированием чётких границ слоёв хряща (рис. 1, Б). Тоже прослеживается в центральном и нижних поверхностном и срединном слоях переднего рога. Но уже в его верхнем поверхностном слое отмечается хаотичное переплетение волокон в хрящевом матриксе (красной окраски) и сглаженность границ с центральным слоем, коллагеновые волокна в котором также хаотично расположены (рис. 1, А). Что же касается заднего рога, независимо от мениска и стороны исследования, лишь в его поверхностных слоях отмечается параллельное расположение коллагеновых волокон. В обоих средних и центральном слоях наблюдаются хаотично-направленные коллагеновые волокна, «перемешанные» в хрящевом матриксе, что привело к стиранию границ слоёв (рис. 1, В).

Соотношение хрящевого матрикса и коллагеновых волокон на единицу площади на уровне рогов и тела обоих менисков коленного сустава не имеет статистически значимых отличий независимо от стороны исследования. Но при сравнении процентного содержания коллагеновых волокон в различных слоях всех трёх отделов менисков имеются значимые расхождения ($p < 0,05$) (табл. 1). Доля коллагеновых волокон независимо от стороны исследования, мениска и его части статистически значимо увеличивается от уровня центрального слоя в сторону поверхностных слоев ($p < 0,05$). Так, если в центральном слое тела медиального и латерального менисков доля коллагена составляет 84,23 [79,36; 86,36] и 85,16 [81,40; 86,77]% соответственно, то в поверхностных слоях – от 94,12 [91,60; 95,80] до 95,78 [92,70; 96,90]%. Аналогично увеличивается ($p < 0,05$) процент коллагеновых волокон с центрального слоя переднего рога обоих менисков (76,27 [62,35; 78,60] – 77,07 [68,15; 79,34]%) к верхнему (96,10 [92,30; 98,60] – 94,90 [91,80; 97,86]%) и нижнему (93,25 [90,16; 96,50] – 94,11 [91,00; 95,89]%) поверхностным слоям. Тоже касается заднего рога менисков: процент коллагеновых волокон в их центральном слое составляет 38,19 [33,44; 53,12] – 40,22 [26,21; 52,67]%, в нижнем поверхностном значимо больше – 92,26 [88,60; 93,93] – 93,00 [87,67; 94,13]%, как и в верхнем поверхностном (74,15 [62,45; 87,55] – 73,95 [62,80; 86,77]%). Однако именно в верхнем поверхностном слое заднего рога менисков отмечается меньшее значение содержания коллагена по сравнению с аналогичным слоем тела и переднего рога менисков. Кроме того, установлено минимальное значение содержания коллагена в центральном слое заднего рога менисков по сравнению с тем же слоем тела, где наблюдается максимальное значение этого показателя, и переднего рога, в центральном слое которого процентное содержание коллагена занимает промежуточное значение.

В результате сравнительного анализа значений процентного содержания коллагеновых волокон в различных слоях всех трёх частей медиального и латерального менисков статистически значимых отличий между ними не установлено. В связи с чем, далее, приведены значения доли коллагеновых волокон слоев тела и рогов медиального мениска.

Сравнительный анализ значений процентного содержания коллагеновых волокон в менисках трупов мужчин разных типов полового диморфизма по Дж. Таннеру демонстрирует некоторые отличия значений процентного содержания коллагена в различных частях менисков и их слоях мужчин андроморфного типа полового диморфизма по сравнению с представителями мезо- и гинекоморфного типов (табл. 2).

Таблица 1. Процентное содержание (%) коллагеновых волокон различных слоев обоих рогов и тела менисков коленных суставов трупов мужчин (N = 84, Me [P₂₅; P₇₅])
Table 1. Percentage content (%) of collagen fibers in various layers of both horns and the body of the meniscus of the knee joints of male corpses (N = 84, Me [P₂₅; P₇₅])

Слой мениска	Отдел мениска			Уровень значимости различий
	Передний рог	Тело	Задний рог	
	1	2	3	
Медиальный мениск				
Верхний поверхностный	96,10 [92,30; 98,60]	95,78 [92,70; 96,90]	74,15 [62,45; 87,55]	p ₁₋₂ =0,33, p ₁₋₃ =0,01, p ₂₋₃ =0,02
Верхний срединный	-	88,16 [87,47; 91,65]	-	-
Центральный	76,27 [62,35; 78,60]	84,23 [79,36; 86,36]	38,19 [33,44; 53,12]	p ₁₋₂ =0,03, p ₁₋₃ =0,01, p ₂₋₃ =0,02
Нижний срединный	84,15 [82,40; 88,40]	86,45 [84,75; 86,70]	-	p ₁₋₂ =0,41
Нижний поверхностный	93,25 [90,16; 96,50]	95,72 [93,10; 96,20]	92,26 [88,60; 93,93]	p ₁₋₂ =0,43, p ₁₋₃ =0,34, p ₂₋₃ =0,56
Латеральный мениск				
Верхний поверхностный	94,90 [91,80; 97,86]	94,12 [91,60; 95,80]	73,95 [62,80; 86,77]	p ₁₋₂ =0,25, p ₁₋₃ =0,01, p ₂₋₃ =0,01
Верхний срединный	-	89,14 [88,47; 90,55]	-	-
Центральный	77,07 [68,15; 79,34]	85,16 [81,40; 86,77]	40,22 [26,21; 52,67]	p ₁₋₂ =0,02, p ₁₋₃ =0,01, p ₂₋₃ =0,02
Нижний срединный	86,06 [83,00; 87,14]	88,77 [87,16; 89,88]	-	p ₁₋₂ =0,55
Нижний поверхностный	94,11 [91,00; 95,89]	94,80 [91,90; 96,00]	93,00 [87,67; 94,13]	p ₁₋₂ =0,52, p ₁₋₃ =0,36, p ₂₋₃ =0,46

Примечание: «-» - значение показателя не установлено в виду отсутствия слоя в данном отделе мениска.

Таблица 2. Процентное содержание (%) коллагеновых волокон различных слоев обоих рогов и тела менисков коленных суставов трупов мужчин разных типов полового диморфизма по Дж. Таннеру (N = 84, Me [P₂₅; P₇₅])
Table 2. Percentage content (%) of collagen fibers in various layers of both horns and the body of the meniscus of the knee joints of male corpses of different types of sexual dimorphism according to J. Tanner (N = 84, Me [P₂₅; P₇₅])

Отдел и слой мениска		Тип полового диморфизма по Дж. Таннеру			Уровень значимости различий
		Гинекоморфный, n ₁ = 27	Мезоморфный, n ₂ = 34	Андроморфный, n ₃ = 23	
		1	2	3	
Передний рог	Верхний поверхностный	97,10 [94,10; 98,60]	94,14 [92,30; 96,50]	94,30 [93,40; 97,30]	p ₁₋₂ =0,34, p ₁₋₃ =0,52, p ₂₋₃ =0,46
	Верхний срединный	-	-	-	-
	Центральный	77,00 [68,14; 78,60]	74,08 [64,38; 76,50]	64,13 [62,35; 67,30]	p ₁₋₂ =0,41, p ₁₋₃ =0,04, p ₂₋₃ =0,31
	Нижний срединный	86,03 [84,40; 88,40]	85,12 [83,10; 88,40]	84,15 [82,40; 86,80]	p ₁₋₂ =0,25, p ₁₋₃ =0,37, p ₂₋₃ =0,46
	Нижний поверхностный	94,76 [92,18; 96,50]	93,88 [91,17; 95,40]	93,04 [90,16; 95,16]	p ₁₋₂ =0,31, p ₁₋₃ =0,47, p ₂₋₃ =0,52
Тело	Верхний поверхностный	94,18 [93,68; 96,90]	95,43 [92,90; 96,40]	93,11 [92,70; 94,72]	p ₁₋₂ =0,42, p ₁₋₃ =0,45, p ₂₋₃ =0,61
	Верхний срединный	90,13 [88,18; 91,65]	89,76 [87,98; 91,25]	88,10 [87,47; 90,13]	p ₁₋₂ =0,52, p ₁₋₃ =0,47, p ₂₋₃ =0,51
	Центральный	84,98 [83,45; 86,36]	83,27 [80,68; 85,31]	80,22 [79,36; 82,77]	p ₁₋₂ =0,61, p ₁₋₃ =0,04, p ₂₋₃ =0,48
	Нижний срединный	86,50 [85,85; 86,70]	85,85 [84,75; 86,70]	85,17 [84,75; 85,80]	p ₁₋₂ =0,44, p ₁₋₃ =0,47, p ₂₋₃ =0,55
	Нижний поверхностный	95,74 [94,90; 96,20]	95,70 [94,11; 96,10]	94,12 [93,10; 95,23]	p ₁₋₂ =0,39, p ₁₋₃ =0,68, p ₂₋₃ =0,37
Задний рог	Верхний поверхностный	85,20 [82,45; 87,55]	73,75 [70,94; 79,44]	65,02 [62,45; 67,12]	p ₁₋₂ =0,03, p ₁₋₃ =0,01, p ₂₋₃ =0,02
	Верхний срединный	-	-	-	-
	Центральный	51,13 [47,88; 53,12]	42,19 [40,65; 46,79]	36,12 [33,44; 38,67]	p ₁₋₂ =0,01, p ₁₋₃ =0,01, p ₂₋₃ =0,02
	Нижний срединный	-	-	-	-
	Нижний поверхностный	93,16 [92,00; 93,93]	92,12 [91,71; 93,11]	89,01 [88,60; 90,11]	p ₁₋₂ =0,71, p ₁₋₃ =0,03, p ₂₋₃ =0,02

Примечание: «-» - значение показателя не установлено в виду отсутствия слоя в данном отделе мениска.

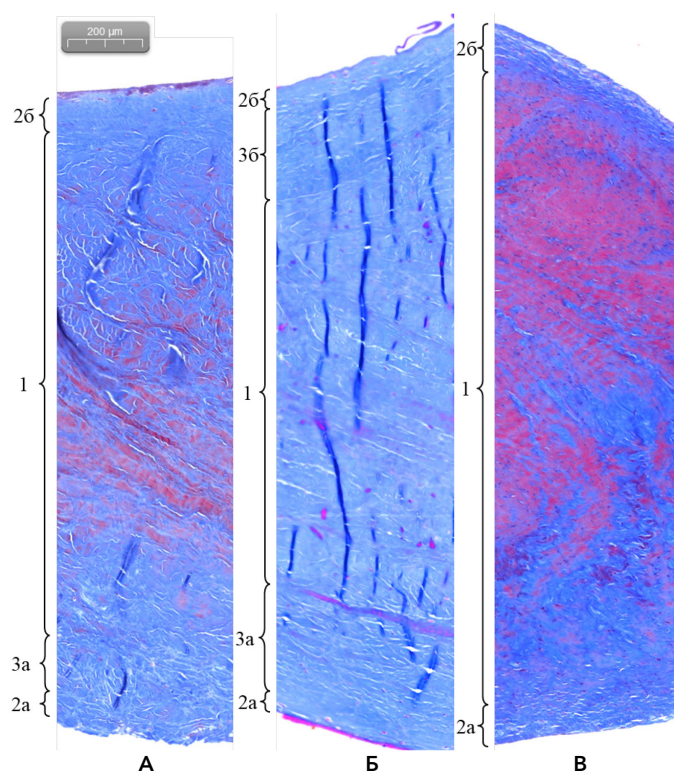


Рисунок 1. Волокнистая хрящевая ткань (трихромное окрашивание по К. Массону) на уровне переднего рога (А), тела (Б) и заднего рога (В) наружного мениска правого коленного сустава мужчины 30 лет. Ув.×50: 1 – центральный, 2а – нижний поверхностный, 2б – верхний поверхностный, 3а – нижний средний, 3б – верхний средний слои

Figure 1. Fibrous cartilaginous tissue (trichrome staining according to K. Masson) at the level of the anterior horn (A), body (B) and posterior horn (C) of the lateral meniscus of the right knee joint of a 30-year-old man. Inc.×50: 1 – central, 2a – lower surface, 2b – upper surface, 3a – lower middle, 3b – upper middle layers

Так, выявлено, что доля коллагеновых волокон в центральном слое переднего рога менисков мужчин андроморфного типа полового диморфизма (64,13 [62,35; 67,30]%) статистически значимо ($p_{1-3} = 0,04$) отличается от значения данного показателя мужчин гинекоморфного типа (77,00 [68,14; 78,60]%). Такие же значимые отличия ($p_{1-3} = 0,04$) установлены и при сравнении морфометрических показателей менисков мужчин вышеуказанных типов полового диморфизма на уровне центрального слоя тела менисков (80,22 [79,36; 82,77] и 84,98 [83,45; 86,36]%) соответственно).

Более показательные соматотипические особенности коллагенового остова менисков коленных суставов мужчин выявлены на уровне их заднего рога (табл. 2, рис. 2). Задний рог менисков мужчин андроморфного типа телосложения характеризуется минимальными значениями ($p < 0,05$) процентного содержания коллагеновых волокон на уровне верхнего поверхностного (65,02 [62,45; 67,12]%), нижнего поверхностного (89,01 [88,60; 90,11]%) и центрального (36,12 [33,44; 38,67]%) слоев. Максимальные значения процентного содержа-

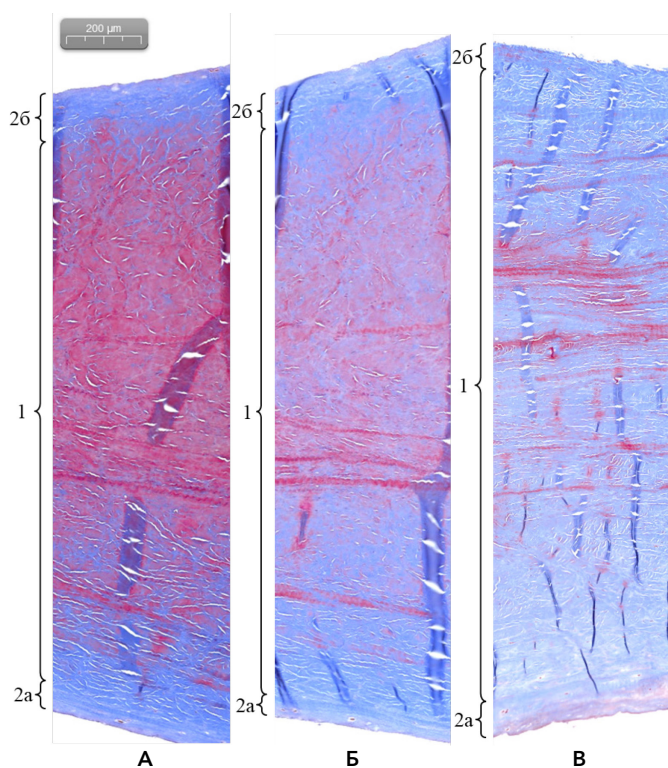


Рисунок 2. Волокнистая хрящевая ткань (трихромное окрашивание по К. Массону) на уровне заднего рога наружного мениска правого коленного сустава мужчин андроморфного (А), мезоморфного (Б) и гинекоморфного (В) типов полового диморфизма по Дж. Таннеру. Ув.×50: 1 – центральный, 2а – нижний поверхностный, 2б – верхний поверхностный слои

Figure 2. Fibrous cartilage tissue (trichrome staining according to K. Masson) at the level of the posterior horn of the lateral meniscus of the right knee joint of men with andromorphic (A), mesomorphic (B) and gynecomorphic (C) types of sexual dimorphism according to J. Tanner. Inc.×50: 1 – central, 2a – lower surface, 2b – upper surface layers

ния коллагеновых волокон на уровне верхнего поверхностного и центральных слоёв заднего рога менисков характерны для мужчин гинекоморфного типа (85,20 [82,45; 87,55] и 51,13 [47,88; 53,12]%) соответственно). Значения данных показателей мужчин мезоморфного типа занимают промежуточное положение (73,75 [70,94; 79,44] и 42,19 [40,65; 46,79]%) соответственно). При этом доля коллагеновых волокон в нижнем поверхностном слое заднего рога мужчин гинеко- и мезоморфного типов полового диморфизма значимо не различается ($p_{1-2} = 0,71$ при 93,16 [92,00; 93,93] и 92,12 [91,71; 92,53]%) соответственно).

Заключение

Проведённое исследование констатирует факт одинаковой структуры коллагенового остова медиального и латерального менисков обоих коленных суставов. Коллагеновые волокна тела обоих менисков располагаются параллельно, формируя центральную, верхние и нижние срединные и поверхностные слои. В рогах коллагеновые волокна располагаются преимущественно хаотично, что приво-

дит к «сглаженности» границ – верифицируются поверхностные, нижний срединный и центральный слои в переднем роге и лишь поверхностные и центральный слои в заднем роге. При изучении доли коллагеновых волокон в слоях различных уровней каждого из менисков установлен ряд закономерностей. Во-первых, выявлено минимальное количество коллагена в центральном слое обоих рогов и тела менисков по сравнению с поверхностными слоями. Во-вторых, максимальные значения процентного содержания коллагена в центральном слое характерны для тела, минимальные – для заднего рога менисков. Кроме того, для этой части менисков характерно минимальное значение доли коллагена в верхнем поверхностном слое. Что и обуславливает приверженность именно этой части менисков к повреждениям. Доля коллагеновых воло-

кон в центральном и поверхностных слоях заднего рога менисков мужчин соматотипически детерминирована – низкие показатели процентного содержания коллагена в заднем роге обусловлены андроморфным типом полового диморфизма. Таким образом, андроморфный тип полового диморфизма по Дж. Таннеру мужчин есть не что иное, как фактор предрасположенности к повреждениям менисков коленных суставов индивидуумов данной конституциональной группы. Следовательно, с учётом предыдущих исследований, где приводятся данные о дегенеративных изменениях гистологической картины у мужчин андроморфного типа полового диморфизма по Дж. Таннеру именно на уровне заднего рога, следует относить их к группе риска по травмам менисков коленных суставов.

Литература [References]

- 1 Адонина А.Ю. Анализ травмы коленного сустава. *Экономика и социум*. 2018;44(1):30-31. Adonina A.Yu. Analysis of knee joint injury. *Economy and society*. 2018;44(1):30-31. (In Russ).
- 2 Миргалимова Р.Р. Методика профилактики травм коленного сустава в лыжных гонках. *Актуальные проблемы теории и практики физической культуры, спорта и туризма: сборник статей*. Казань, 2018:735-738. Mirgalimova R.R. Methods for preventing knee joint injuries in cross-country skiing. *Current problems of the theory and practice of physical culture, sports and tourism: collection of articles*. Kazan, 2018:735-738. (In Russ).
- 3 Соколова К.Е., Казначеев В.В. Реабилитация после травмы коленного сустава. *Педагогическое мастерство и современные педагогические технологии: сборник материалов IV Международной научно-практической конференции; редколлегия: О.Н. Широков и др.* 2018:338-340. Sokolova K.E., Kaznacheev V.V. Rehabilitation after knee injury. *Pedagogical skills and modern pedagogical technologies: collection of materials of the IV International Scientific and Practical Conference; Editorial Board: O.N. Shirokov and others*. 2018:338-340. (In Russ).
- 4 Бритко А.А., Лис Р.Е., Кузмицкий Н.И., Богданович И.П., Аносов В.С. Гистологические изменения поврежденного мениска коленного сустава. *Журнал Гродненского государственного медицинского университета*. 2019;17(1):78-82. <https://doi.org/10.25298/2221-8785-2019-17-1-78-82> Britko A.A., Lis R.E., Kuzmitsky N.I., Bogdanovich I.P., Anosov V.S. Histological changes in the damaged meniscus of the knee joint. *Journal of Grodno State Medical University*. 2019;17(1):78-82. <https://doi.org/10.25298/2221-8785-2019-17-1-78-82> (In Russ).
- 5 Безуглов Э.Н., Хайтин В.Ю., Токарева А.В., Гончаров Е.Н., Любушкина А.В., Лазарев А.М. Актуальные аспекты лечения повреждений менисков коленного сустава. *Медицинский вестник Северного Кавказа*. 2020;15(2):294-300. <https://doi.org/10.14300/mnnc.2020.15071> Bezuglov E.N., Khaitin V.Yu., Tokareva A.V., Goncharov E.N., Lyubushkina A.V., Lazarev A.M. Current aspects of the treatment of injuries to the menisci of the knee joint. *Medical Bulletin of the North Caucasus*. 2020;15(2):294-300. <https://doi.org/10.14300/mnnc.2020.15071> (In Russ).
- 6 Касимов В.И. Вариантная анатомия менисков коленных суставов мужчин: дис. ... канд. мед. наук. Красноярск, 2020:157. Kasimov V.I. Variant anatomy of the menisci of the knee joints of men: dis. ... cand. med. sci. Krasnoyarsk, 2020: 157 p. (In Russ).
- 7 Набиев Е.Н., Байзаков А.Р., Эбшда Е.М. Анатомо-функциональные особенности менисков коленного сустава. *Вестник Кыргызской государственной медицинской академии имени И.К. Ахунбаева*. 2022;2:156-162. https://doi.org/10.54890/1694-6405_2022_2_155 Nabiev E.N., Baizakov A.R., Ebshda E.M. Anatomical and functional features of the menisci of the knee joint. *Bulletin of the Kyrgyz State Medical Academy named after I.K. Akhunbaev*. 2022;2:156-162. https://doi.org/10.54890/1694-6405_2022_2_155 (In Russ).
- 8 Русских А.Н., Шабоха А.Д., Касимов В.И. Гистоструктура менисков коленных суставов мужчин разных типов телосложения. *Политравма = Polytrauma*. 2018;3:47-56. Russkikh A.N., Shabokha A.D., Kasimov V.I. Histostructure of the menisci of the knee joints of men of different body types. *Polytrauma*. 2018;3:47-56. (In Russ).
- 9 Самотесов П.А., Русских А.Н., Шабоха А.Д., Касимов В.И., Тюльков Е.В., Мамедов Р.Т., Волкова Ю.А., Полякова Д.И. Вариантная анатомия менисков коленных суставов мужчин различных конституциональных типов. *Журнал анатомии и гистопатологии = Journal of Anatomy and Histopathology*. 2019;8(2):60-69. Samotesov P.A., Russkikh A.N., Shabokha A.D., Kasimov V.I., Tyulkov E.V., Mamedov R.T., Volkova Yu.A., Polyakova D.I. Variant anatomy of the menisci of the knee joints of men of various constitutional types. *Journal of Anatomy and Histopathology*. 2019;8(2):60-69. (In Russ).
- 10 Bryceland J.K., Powell A.J., Nunn T. Knee Menisci. *Cartilage*. 2017;8(2):99-104. <https://doi.org/10.1177/1947603516654945>
- 11 Aspden R.M., Yarker Y.E., Hukins D.W. Collagen orientations in the meniscus of the knee joint. *J. Anat.* 1985 May;140:371-380.
- 12 Bansal S., Peloquin J.M., Keah N.M., O'Reilly O.C., Elliott D.M., Mauck R.L., Zgonis M.H. Structure, function, and defect tolerance with maturation of the radial tie fiber network in the knee meniscus. *J. Orthop. Res.* 2020;38(12):2709-2720. <https://doi.org/10.1002/jor.24697>
- 13 Баврина А.П. Современные правила использования методов описательной статистики в медико-биологических исследованиях. *Медицинский альманах*. 2020;63(2):95-105. Bavrina A.P. Modern rules for using descriptive statistics methods in biomedical research. *Medical almanac*. 2020;63(2):95-105. (In Russ).
- 14 Рыбалко Д.Ю., Вагапова В.Ш., Самоходова О.В. Микроскопическое строение менисков коленного сустава человека в постнатальном онтогенезе. *Ученые записки СПбГМУ им. акад. И.П. Павлова*. 2011;18(2):134-135. Rybalko D.Yu., Vagapova V.Sh., Samokhodova O.V. Microscopic structure of the menisci of the human knee joint in postnatal ontogenesis. *Scientific notes of St. Petersburg State Medical University named after acad. I.P. Pavlova*. 2011;18(2):134-135. (In Russ).

Авторская справка**Русских Андрей Николаевич**

Д-р мед. наук, доцент, заведующий кафедрой оперативной хирургии и топографической анатомии, Красноярский государственный медицинский университет имени проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого.

ORCID 0000-0002-2548-8044; chegevara-84@mail.ru

Вклад автора: определение концепции исследования.

Шабоха Анна Дмитриевна

Канд. мед. наук, доцент кафедры оперативной хирургии и топографической анатомии, Красноярский государственный медицинский университет имени проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого.

ORCID 0000-0002-3462-962X; tat_yak@mail.ru

Вклад автора: изучение морфологических данных, подготовка обсуждения и выводов.

Касимов Вадим Ихсанович

Канд. мед. наук, врач травматолог-ортопед, Красноярская межрайонная клиническая больница № 7.

K-vi2404@mail.ru

Вклад автора: изучение и обработка данных.

Яремин Борис Иванович

Канд. мед. наук, врач-хирург, ведущий специалист отдела внешних научных связей, Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского; доцент кафедры трансплантологии и искусственных органов, Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова; заведующий кафедрой хирургических болезней, Московский медицинский университет «Реавиз».

ORCID 0000-0001-5889-8675

Вклад автора: изучение и обработка данных.

Author's reference**Andrey N. Russkikh**

Dr. Sci. (Med.), Docent, Head of the Department of Operative Surgery and Topographic Anatomy, Krasnoyarsk State Medical University named after Prof. V.F. Voino-Yasenetsky.

ORCID 0000-0002-2548-8044; chegevara-84@mail.ru

Author's contribution: definition of the research concept.

Anna D. Shabokha

Cand. Sci. (Med.), Associate Professor of the Department of Operative Surgery and Topographic Anatomy, Krasnoyarsk State Medical University named after Prof. V.F. Voino-Yasenetsky.

ORCID 0000-0002-3462-962X; tat_yak@mail.ru

Author's contribution: study of morphological data, preparation of discussion and conclusions.

Vadim I. Kasimov

Cand. Sci. (Med.), orthopedic traumatologist, Krasnoyarsk Interdistrict Clinical Hospital No. 7.

K-vi2404@mail.ru

Author's contribution: data analysis and processing.

Boris I. Yaremin

Cand. Sci. (Med.), Surgeon, Department De Ducens Specialist Externum Scientific Rationes, N.V. Sklifosovsky Research Institute of Emergency Medicine; Associate Professor of the Department of Transplantation and Artificial Organs, N.I. Pirogov Russian National Research Medical University; Head of the Department of Surgical Diseases, Moscow Medical University "Reaviz".

ORCID 0000-0001-5889-8675

Author's contribution: data analysis and processing.

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ
<https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2024.1.MORPH.2>

ORIGINAL ARTICLE
УДК 611.36

ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗМЕРОВ ПЕЧЕНИ ЖЕНЩИН ПО ДАННЫМ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Р.М. Шакурова, И.Р. Шальнева, С.Н. Чемидронов, И.В. Подсёвалова, В.Д. Корнилов

Самарский государственный медицинский университет, ул. Чапаевская, д. 89, Самара, 443099, Россия

Резюме. В данной статье рассматриваются линейные размеры печени, измеряемые при ультразвуковом исследовании. Большое место в работе занимает поиск корреляционной зависимости количественных параметров печени и возраста, роста, индекса массы тела. Исследование проводилось среди 83 здоровых женщин города Самары в возрасте от 18 до 66 лет. Пациенты разделены на группы по каждому критерию. В ходе исследования выявлена взаимосвязь индекса массы тела и размеров правой и левой долей печени. При этом выявлена тенденция к уменьшению толщины правой доли и кранио-каудального размера левой доли, а также увеличение толщины левой и хвостатой доли с возрастом. Определено, что у женщин с возрастанием индекса массы тела увеличивается косовертикальный размер, толщина правой доли печени и уменьшение кранио-каудального размера левой доли печени. Также определена зависимость количественных параметров печени от возраста.

Ключевые слова: ультразвуковое исследование, анатомия, печень, линейные размеры, возраст, рост, вес.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование проводилось без спонсорской поддержки.

Соответствие нормам этики. Авторы подтверждают, что соблюдены права людей, принимавших участие в исследовании, включая получение информированного согласия в тех случаях, когда оно необходимо.

Для цитирования: Шакурова Р.М., Шальнева И.Р., Чемидронов С.Н., Подсёвалова И.В., Корнилов В.Д. Возрастные особенности размеров печени женщин по данным ультразвукового исследования. *Вестник медицинского института «РЕАВИЗ». Реабилитация, Врач и Здоровье.* 2024;14(1):30-34. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2024.1.MORPH.2>

AGE FEATURES OF LIVER SIZES OF WOMEN ACCORDING TO ULTRASOUND

Regina M. Shakurova, Irina R. Shalneva, Sergey N. Chemidronov, Inna V. Podsevalova, Vadim D. Kornilov

Samara State Medical University, 89, Chapaevskaya, Samara, 443099, Russia

Abstract. This article discusses the linear dimensions of the liver measured by ultrasound. A great place in the work is occupied by the search for the correlation dependence of the quantitative parameters of the liver depending on age, height, body mass index in 83 healthy women of Samara aged 18 to 66 years. Patients are divided into groups according to each criterion. The study revealed the relationship between body mass index and the size of the right and left lobes of the liver. At the same time, there was a tendency to decrease the thickness of the right lobe and the cranio-caudal size of the left lobe, as well as an increase in the thickness of the left and caudate lobes with age. It was determined that in women, with an increase in body mass index, the oblique-vertical size, thickness of the right and lobe of the liver increases and the cranio-caudal size of the left lobe of the liver decreases. The dependence of the quantitative parameters of the liver on age was also determined.

Keywords: ultrasound examination, anatomy, liver, linear dimensions, age, height and weight.

Competing interests. The authors declare no competing interests.

Funding. This research received no external funding.

Compliance with ethical principles. The authors confirm that they respect the rights of the people participated in the study, including obtaining informed consent when it is necessary.

Cite as: Shakurova R.M., Shalneva I.R., Chemidronov S.N., Podsevalova I.V., Kornilov V.D. Age features of liver sizes of women according to ultrasound. *Bulletin of the Medical Institute "REAVIZ". Rehabilitation, Doctor and Health.* 2024;14(1):30-34. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2024.1.MORPH.2>

Введение

Внедрение современных методов исследования, таких как ультразвуковое исследование (УЗИ), магнитно-резонансная томография (МРТ), компьютерная томография (КТ), достигает определенного этапа развития, когда эти методы позволяют прижизненно изучить анатомию внутренних органов и индивидуализировать подход в интерпретации полученных данных [1]. В настоящее время, с повышением диагностических возможностей современных ультразвуковых аппаратов и их доступности, активное развитие получила ультразвуковая анатомия паренхиматозных органов, таких как печень, поджелудочная железа, селезенка [2-4].

При ультразвуковом исследовании печени в большинстве случаев четко различаются все четыре доли. Анатомическими ориентирами между долями, выявляемыми при проведении УЗИ, служат: между правой и квадратной долями – ямка желчного пузыря, между квадратной и левой долями – круглая связка и щель круглой связки, между квадратной и хвостатой долями – ворота печени, между левой и хвостатыми долями – щель венозной связки. В руководствах по ультразвуковой диагностике и в научной литературе приводится противоречивая информация по методике измерений линейных размеров печени и оценке их нормативов [5]. Наиболее часто встречающиеся параметры, которые оценивают при ультразвуковом исследовании печени, – это косо-вертикальный размер (КВР) правой доли, толщина правой доли (ТПД), кранио-каудальный размер (ККР) левой доли и её толщина (ТЛД). Определение вышеназванных параметров врачами ультразвуковой диагностики служит для исключения или подтверждения гепатомегалии – важного признака, отражающего состояние печени. Нормативы размеров печени у взрослых одинаковы для обоих полов и не отражают такие факторы, как возраст, рост и вес, в отличие от детей [6].

Цель исследования: установление корреляционной зависимости линейных размеров печени у женщин без патологии гепатобилиарной системы различных возрастных групп старше 18 лет в зависимости от веса, роста, индекса массы тела и возраста по данным ультразвукового исследования.

Объект и методы

Было проведено УЗИ печени с использованием ультразвукового аппарата Samsung Medison HS70A у 83 женщин в возрасте от 19 до 66 лет, проживающих в г. Самаре. Пациенты были разделены на группы согласно возрастным периодам (АПН СССР 1965 г.): средний возраст, I период – 21-35 лет, средний возраст, II период – 36-55 лет, пожилой возраст – 56-75 лет. В нашем исследовании принимали уча-

стие 33 пациентки в среднем возрасте в I периоде, 31 женщина среднего возраста во II периоде и 17 женщин пожилого возраста. Выполнена оценка линейных размеров печени, таких как косо-вертикальный размер правой доли печени, который представляет собой расстояние от нижнего края печени до наибольшей выпуклости купола диафрагмы, получаемую при выведении максимальной площади среза изображения правой доли, сделанное в косом положении датчика по среднеключичной линии (рис. 1).



Рисунок 1. Снимок УЗИ печени. Косо-вертикальный размер правой доли печени. Протокол № 5. Пол – женский; возраст – 35 лет: 1 – нижняя полая вена; 2 – левая печеночная вена; 3 – средняя печеночная вена; 4 – правая печеночная вена

Figure 1. Ultrasound image of the liver. Oblique-vertical size of the right lobe of the liver. Protocol No. 5. Gender – female; age – 35 years: 1 – inferior vena cava; 2 – left hepatic vein; 3 – middle hepatic vein; 4 – right hepatic vein

Также измеряли толщину правой доли печени, кранио-каудальный размер левой доли печени и её толщину левой доли печени. Под ККР левой доли печени понимали расстояние от нижнего её края до диафрагмальной поверхности, которое измеряли в положении продольного сканирования датчика в сагиттальной плоскости по средней линии (рис. 2).

Кроме того, проводили соматометрию (рост, вес) исследуемых с последующим вычислением индекса массы тела. Осуществлён анализ полученных результатов и статистическая обработка количественных данных.

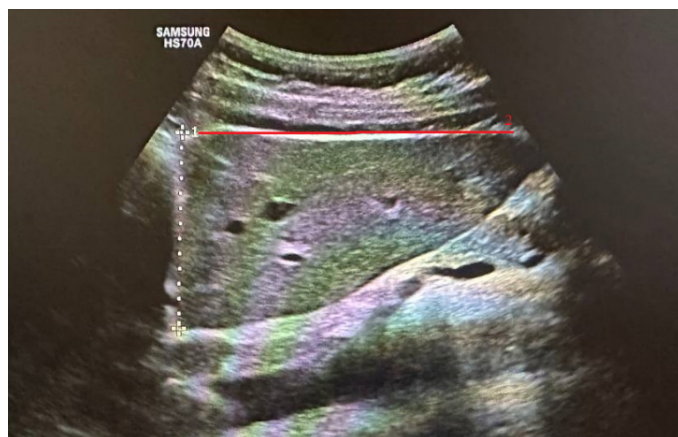


Рисунок 2. Снимок УЗИ печени. Кранио-каудальный размер левой доли печени и толщина левой доли. Протокол № 15. Пол – женский; возраст – 34 года

Figure 2. Ultrasound image of the liver. Cranio-caudal size of the left lobe of the liver and thickness of the left lobe. Protocol No. 15. Gender - female; age - 34 years

Результаты исследования и их обсуждение

На начальном этапе нашего исследования были измерены средние, максимальные и минимальные размеры печени. Результаты полученных данных представлены в таблице 1.

Таблица 1. Минимальные и максимальные значения количественных параметров печени и воротной вены (мм)

Table 1. Minimum and maximum values of quantitative parameters of the liver and portal vein (mm)

Показатель	КВР правой доли	Толщина правой доли	ККР левой доли	Толщина левой доли
M	133,9	105,81	81,53	49,12
Min	100	79	51	32
Max	167	140	100	66

Анализируя данные из таблицы 1, выявлено, что максимальное значение таких размеров, как КВР печени, толщина правой доли (при норме ТПД ≤ 125 мм) и толщина левой доли (ТЛД ≤ 60 мм), превышает общепринятую норму, а тогда как ККР левой доли не увеличен [7]. При этом стоит отметить, что по данным протоколов патологий печени и изменений не выявлено.

В ходе исследования также проведён подсчёт количества женщин с нормальными и превышающими норму линейными размерами печени по каждому изученному параметру. Выявлено, что из 83 обследуемых у 6,64% увеличен КВР печени, у 2,49% – увеличена толщина правой доли, а у 6,64% – превышает норму толщина левой доли, но при этом данных за патологию печени нет.

Далее были изучены размеры печени с учётом возраста женщин и проведена соответствующая разбивка по возрастным группам. Результаты оценки ко-

личественных характеристик печени в зависимости от возраста по ВОЗ представлены в таблице 2.

При анализе данных, представленных в таблице 2, отмечается следующее, что во II периоде среднего возраста наблюдаются максимальные средние показатели КВР правой доли и её толщина, а также ККР левой доли. Наименьшие средние значения всех изученных размеров печени отмечаются в I возрастном периоде. Также замечена следующая тенденция, что средние значения толщины левой доли печени незначительно возрастают.

Следующим этапом работы стало группирование всех исследуемых по росту и изучение исследуемых показателей печени. Разделение по группам было основано на данных ВОЗ: карликовый рост (женщины < 140 см), очень низкий рост (женщины 140–149 см), низкий рост (женщины 150–159 см), рост ниже среднего (женщины 160–162 см), средний рост (женщины 163–166 см), рост выше среднего (женщины 167–169 см), высокий рост (женщины 170–179 см), очень высокий рост (женщины 180–190 см), гигантский рост (женщины > 190 см). Среди исследуемых определено низкого роста – 15 женщин, ниже среднего – 10, среднего роста – 16, выше среднего – 12, высокого роста – 30 женщин. Средние размеры исследуемых показателей с учётом роста представлены в таблице 3.

Согласно данным таблицы 3, выявлено, что средние значения КВР правой доли печени и ККР левой доли увеличиваются с ростом. Средние показатели ТПД увеличиваются с ростом, тогда как ТЛД, наоборот, уменьшаются.

Кроме того, исследуемым был проведён подсчёт весо-ростового индекса Кетле по формуле: индекс массы тела (ИМТ) = $\text{вес(кг)}/\text{рост(м)}^2$. Согласно общепринятой классификации выделяют: дефицит массы тела (ИМТ $< 18,5$), нормальную массу тела (ИМТ 18,5–24,9), избыточную массу тела – предожирение (ИМТ 25,0–29,9), ожирение I степени (ИМТ 30,0–34,9), ожирение II степени (ИМТ 35,0–39,9), ожирение III степени (ИМТ > 40). Среди пациенток определено: 6 женщин с дефицитом массы тела, 54 женщины с нормальной массой тела, с предожирением – 16 пациенток, с ожирением I степени – 7 человек. В таблице 4 отражена количественная характеристика линейных размеров печени с учётом ИМТ у женщин.

Анализ представленных данных в таблице 4 позволил выявить, что средние значения косо-вертикального размера правой доли и её толщины, а также среднее значение толщины левой доли возрастают при увеличении ИМТ. Среднее значение ККР левой доли уменьшается при увеличении весо-ростового индекса.

Таблица 2. Количественные параметры печени в зависимости от возраста ($X \pm S_x$, мм)
Table 2. Quantitative liver parameters depending on age ($X \pm S_x$, mm)

Возрастной период	КВР печени	Толщина правой доли печени	ККР левой доли	Толщина левой доли печени
Средний возраст (I период)	131,18±2,21	103,09±1,71	82,2±11,2	48,2±8,0
Средний возраст (II период)	136,84±2,19	107,42±2,13	83,84±2,41	49,90±1,55
Пожилой возраст	135,71±4,84	105,76±3,73	80,59±3,49	51,88±2,36
p ¹⁻²	p=0,148	p=0,139	p=0,916	p=0,219
p ²⁻³	p=1,00	p=0,517	p=0,437	p=0,431
p ¹⁻³	p=0,276	p=0,631	p=0,471	p=0,085*

Таблица 3. Количественные параметры печени у женщин в зависимости от роста ($X \pm S_x$, мм)
Table 3. Quantitative liver parameters in women depending on height ($X \pm S_x$, mm)

Рост	КВР печени	Толщина правой доли печени	ККР левой доли	Толщина левой доли печени
Низкий рост	127,80±3,54	100,67±2,91	74,60±4,24	50,33±2,09
Рост ниже среднего	134,70±4,37	106,20±4,57	77,10±2,42	49,30±2,50
Средний рост	133,94±3,48	105,06±2,36	85,25±3,10	49,13±1,13
Рост выше среднего	131,58±5,21	104,08±3,52	81,42±2,91	47,17±3,50
Высокий рост	137,60±2,21	109,33±2,26	84,53±2,00	49,23±1,65
p ¹⁻²	p=0,129	p=0,144	p=0,849	p=0,849
p ¹⁻³	p=0,202	p=0,078	p=0,072	p=0,626
p ¹⁻⁴	p=0,208	p=0,486	p=0,373	p=0,323
p ¹⁻⁵	p=0,028	p=0,13	p=0,069	p=0,736
p ²⁻³	p=0,776	p=0,452	p=0,097	p=0,776
p ²⁻⁴	p=0,539	p=0,582	p=0,539	p=0,674
p ²⁻⁵	p=0,988	p=0,988	p=0,046	p=0,939
p ³⁻⁵	p=0,628	p=0,368	p=0,755	p=0,862
p ⁴⁻⁵	p=0,208	p=0,252	p=0,328	p=0,483
p ³⁻⁴	p=0,599	p=0,698	p=0,347	p=0,450

Таблица 4. Количественные параметры печени у женщин в зависимости от ИМТ ($X \pm S_x$, мм)
Table 4. Quantitative liver parameters in women depending on BMI ($X \pm S_x$, mm)

Классификация ИМТ	КВР печени	Толщина правой доли печени	ККР левой доли	Толщина левой доли печени
Дефицит массы тела	124,33±3,5	97,17±2,58	81,5±3,31	43,67±2,79
Нормальная масса тела	131,15±1,82	103,06±1,38	82,74±1,81	46,00±0,99
Избыточная масса тела	139,29±3,27	111,00±3,27	78,88±2,74	58,29±1,34
Ожирение I степени	149,86±3,35	121,43±3,59	78,86±4,6	59,86±1,47
p ¹⁻²	p=0,129	p=0,144	p=0,849	p=0,849
p ¹⁻³	p=0,202	p=0,078	p=0,072	p=0,626
p ¹⁻⁴	p=0,456	p=0,486	p=0,373	p=0,323
p ²⁻³	p=0,776	p=0,452	p=0,097	p=0,776
p ²⁻⁴	p=0,346	p=0,582	p=0,539	p=0,674
p ³⁻⁴	p=0,599	p=0,698	p=0,347	p=0,450

Выводы

В ходе исследования выявлена тенденция к уменьшению толщины правой доли и кранио-каудального размера левой доли, а также увеличение толщины левой и хвостатой доли с возрастом у женщин. Средние значения КВР правой доли печени и её толщина, а также ККР левой доли увеличиваются с ростом, тогда как ТЛД, наоборот, умень-

шается. Кроме этого выявлена четкая взаимосвязь между размерами правой и левой доли печени и ИМТ. При этом отмечается, что у женщин с возрастанием ИМТ увеличивается КВР и толщина правой и левой доли печени. Обнаружена также обратная корреляционная зависимость ККР левой доли и показателя ИМТ.

Литература [References]

1 Бузина А.М., Фатеев И.Н. Исследование анатомического строения печени и внепеченочных желчных путей с использованием метода магнитно-резонансной томографии. *Фундаментальные исследования*. 2014;4(2):419-423. Buzina A.M., Fateev I.N. Study of the anatomical structure of the liver and extrahepatic bile ducts using magnetic resonance imaging. *Basic research*. 2014;4(2):419-423. (In Russ).
2 Умаров Т.М. УЗИ брюшной полости. Печень и желчевыводящая система. М. 2022;1:378. Umarov T.M. Ultrasound of the abdominal cavity. Liver and biliary system. Moscow. 2022;1:378. (In Russ).
3 Dietrich C.F., Tuma J., Badea R. Ultrasound of the liver. EFSUMB: European Course Book, 2013.

- 4 Waelti S, Fischer T, Wildermuth S, Leschka S, Dietrich T, Guesewell S, Mueller P, Ditchfield M, Markart S. Normal sonographic liver and spleen dimensions in a central European pediatric population. *BMC Pediatr*. 2021 Jun 11;21(1):276. <https://doi.org/10.1186/s12887-021-02756-3>. PMID: 34116649; PMCID: PMC8194166.
- 5 Хофер М., Райхс Т. Ультразвуковая диагностика. М.: Медицинская литература. 2021:487. Hofer M., Reichs T. Ultrasound diagnostics. Moscow: Medical literature. 2021:487. (In Russ).
- 6 Чаплыгина Е.В., Губарь А.С. Значения линейных параметров печени в связи с типом телосложения обследуемых лиц. *Морфология*. 2014;9(4):356-359. Chaplygina E.V., Gubar A.S. Values of linear liver parameters in connection with the type of physique of the examined persons. *Morphology*. 2014;9(4):356-359. (In Russ).
- 7 Маркина Н.Ю., Кислякова М.В. Клинические нормы. Ультразвуковое исследование органов брюшной полости. М.: ГЭОТАР-Медиа. 2021:272. Markina N.Yu., Kislyakova M.V. Clinical norms. Ultrasound examination of abdominal organs. Moscow: GEOTAR-Media. 2021:272. (In Russ).

Авторская справка

Шакурова Регина Минихатовна

Ассистент кафедры анатомии человека, Самарский государственный медицинский университет.

ORCID 0009-0001-9743-7746

Вклад автора: сбор и анализ представленных данных, написание текста; окончательное утверждение для публикации рукописи.

Шальнева Ирина Ринатовна

Канд. мед. наук, доцент кафедры анатомии человека, Самарский государственный медицинский университет.

ORCID 0009-0004-50-1090-6006; ir.shalnewa@yandex.ru

Вклад автора: разработка концепции и дизайна, корректировка текста, обоснование рукописи, проверка критически важного интеллектуального содержания, окончательное утверждение для публикации рукописи.

Чемидронов Сергей Николаевич

Канд. мед. наук, заведующий кафедрой анатомии человека, доцент, Самарский государственный медицинский университет.

ORCID 0000-0002-9843-1065

Вклад автора: статистическая обработка, обоснование рукописи, проверка критически важного интеллектуального содержания, окончательное утверждение для публикации рукописи.

Подсёвалова Инна Васильевна

Канд. мед. наук, доцент кафедры анатомии человека, Самарский государственный медицинский университет.

ORCID 0000-0001-6350-2591

Вклад автора: интерпретация полученных данных, обоснование рукописи, проверка критически важного интеллектуального содержания, окончательное утверждение для публикации рукописи.

Корнилов Вадим Дмитриевич

Директор УИЛ «Морфология», Самарский государственный медицинский университет.

ORCID 0000-0003-3380-1958

Вклад автора: дизайн рукописи, проверка критически важного интеллектуального содержания, окончательное утверждение для публикации рукописи.

Author's reference

Regina M. Shakurova

Assistant Professor of the Department of Human Anatomy, Samara State Medical University.

ORCID 0009-0001-9743-7746

Author's contribution: collection and analysis of the submitted data, writing of the text; final approval for the publication of the manual.

Irina R. Shal'neva

Cand. Sci. (Med.), Associate Professor of the Department of Human Anatomy, Samara State Medical University.

ORCID 0009-0004-50-1090-6006

Author's contribution: development of the concept and design, correction of the text, justification of the manuscript, verification of critical intellectual content, final approval for publication of the manuscript.

Sergey N. Chemidronov

Cand. Sci. (Med.), Head of the Department of Human Anatomy, Associate Professor, Samara State Medical University.

ORCID 0000-0002-9843-1065

Author's contribution: statistical processing, substantiation of the manuscript, verification of critical intellectual content, final approval for the publication of the manuscript.

Inna V. Podsevalova

Cand. Sci. (Med.), Associate Professor of the Department of Human Anatomy, Samara State Medical University.

ORCID 0000-0001-6350-2591

Author's contribution: interpretation of the data obtained, justification of the manuscript, verification of critically important intellectual content, final approval for publication of the manuscript.

Vadim D. Kornilov

Director of the UIL "Morphology", Samara State Medical University.

ORCID 0000-0003-3380-1958

Author's contribution: manuscript design, verification of critical intellectual content, final approval for publication of the manuscript.

ВЗАИМОСВЯЗЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА ВАРИАбельНОСТИ РИТМА СЕРДЦА И СОЦИАЛЬНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ АДАПТАЦИИ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ТРУДОВОЙ НАГРУЗКИ У ИНВАЛИДОВ

Е.А. Наговицына, Н.Н. Васильева

Ижевская государственная медицинская академия, ул. Коммунаров, д. 281, г. Ижевск, 426034, Россия

Резюме. При изучении адаптационных механизмов в условиях трудового воздействия на организм человека с инвалидностью необходимо учитывать не только специфику состояния здоровья, но и влияние социальных, психологических и физиологических факторов. **Цель:** выявить взаимосвязь показателей социально-психологической адаптации и показателей вариабельности ритма сердца у инвалидов под влиянием трудовой нагрузки. **Материалы и методы.** Исследована динамика спектральных показателей вариабельности ритма сердца (ВРС), стрессчувствительности и уровня социально-психологической адаптации до и после двухнедельной трудовой нагрузки у людей с инвалидностью. В данную группу входили практиканты «Центра трудовой реабилитации и абилитации» (ЦТРА) и сотрудники базового предприятия ЦТРА, всего 130 человек. **Результаты.** Анализ данных в зависимости от группы, категории инвалидности, пола, возраста и инвалидизирующего заболевания выявил особенности адаптационно-приспособительной деятельности каждой группы исследования. Выявлена корреляция между показателями чувствительности к стрессу до начала трудовой нагрузки и параметрами ВРС, определяющими механизм адаптации после окончания трудовой практики. **Выводы.** Подобные взаимосвязи, а также пороговые значения психоэмоциональных показателей относительно напряжения регуляторных систем выявили возможность использования параметров социально-психологической адаптации в качестве скрининга адаптационных возможностей при трудоустройстве людей с инвалидностью.

Ключевые слова: механизмы адаптации, психофизиологическая адаптация, стрессчувствительность, человек с инвалидностью.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование проводилось без спонсорской поддержки.

Соответствие нормам этики. Авторы подтверждают, что соблюдены права людей, принимавших участие в исследовании, включая получение информированного согласия в тех случаях, когда оно необходимо.

Для цитирования: Наговицына Е.А., Васильева Н.Н. Взаимосвязь показателей спектрального анализа вариабельности ритма сердца и социально-психологической адаптации при воздействии трудовой нагрузки у инвалидов. *Вестник медицинского института «РЕАВИЗ». Реабилитация, Врач и Здоровье.* 2024;14(1):35–41. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2024.1.PHYS.1>

THE RELATIONSHIP BETWEEN THE INDICATORS OF SPECTRAL ANALYSIS OF HEART RATE VARIABILITY AND SOCIO-PSYCHOLOGICAL ADAPTATION TO WORK LOAD IN PEOPLE WITH DISABILITIES

Elena A. Nagovitsyna, Natal'ya N. Vasileva

Izhevsk State Medical Academy, 281 Kommunarov str., Izhevsk, 426034, Russia

Abstract. Taking into account social, psychological and physiological factors, the labor impact on the human body with disabilities requires the activation of adaptive mechanisms, which in this category has features related to the specifics of the state of health. *The purpose of the work is to identify the features of the dynamics of psychophysiological adaptation in disabled people in the course of work. Materials and methods.* Heart rate variability indicators, socio-psychological adaptation and stress sensitivity of 130 disabled people were monitored before and after completing work practice at the Center Labor Rehabilitation and Habilitation. *Results.* The analysis of data depending on the group, category of disability, gender, age and disabling disease revealed the features of adaptive activity of each group of the study, as well as threshold values of psycho-emotional indicators relative to the tension of regulatory systems.

Keywords. A person with a disability, mechanisms of adaptation, HRV, psychophysiological adaptation, stress sensitivity.

Conflict of interest. The authors declare that there is no conflict of interest.

Financing. The study was conducted without sponsorship.

Compliance with ethical principles. The authors confirm that they respect the rights of the people participated in the study, including obtaining informed consent when it is necessary.

Cite as: Nagovitsyna E.A., Vasileva N.N. The relationship between the indicators of spectral analysis of heart rate variability and socio-psychological adaptation to work load in people with disabilities. *Bulletin of the Medical Institute "REAVIZ". Rehabilitation, Doctor and Health.* 2024;14(1):35–41. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2024.1.PHYS.1>

Введение

Одной из признанных методик количественной оценки состояния регуляторных систем физиологических функций организма, а, следовательно, определения уровня функциональных резервов и способности адаптироваться к стрессирующим факторам, является анализ изменчивости кардиоритма при проведении различных функциональных проб. На сегодня исследователи достаточно пристально обратили свой взор на изменение кардиоинтервалов как индикатор регулирующей деятельности вегетативной нервной системы [1]. Благодаря наличию современных статистических, математических, геометрических и частотных технологий анализа методика измерения вариабельности ритма сердца (ВСР) используется для выявления особенностей адаптационных возможностей возрастных, гендерных, расовых групп и т.д., а также с точки зрения аллостатической нагрузки, в рамках которой и рассматривается формирование компенсированного состояния у людей с инвалидностью. Выбор данной категории граждан в качестве исследуемой группы обусловлен наличием острого социального вопроса как в России, так и за рубежом, – уровнем функционирования инвалида в обществе, что напрямую отражает эффективность лечения и реабилитации [2]. Трудовая занятость людей с инвалидностью, как один из показателей качества жизни, находится на критически низких значениях [3].

Учитывая современную тенденцию биопсихосоциального подхода в вопросах изучения адаптации инвалидов и принимая во внимание тот факт, что и само трудоустройство является стрессующим фактором как для человека с инвалидностью, так и для здорового человека [4], наряду с регуляторным балансом необходимо определять и психосоциальный компонент при изучении механизмов адаптации данной категории граждан к трудовому воздействию. Интерес научного сообщества к вопросам социально-психологической адаптации инвалидов высок [5], но исследований, учитывающих все три компонента биопсихосоциального подхода, мало. Поэтому изучение психофизиологической адаптации, разработка критериев оценки и методик по её достижению актуальны на современном этапе. Ряд работ показывают взаимосвязь состояния регуляторных систем организма, определённого на основе методики ВСР, и уровня социально-психологической адаптации [6]. Таким образом, определение ВСР необходимо для разработки критериев оценки психофизиологической адаптации наряду с проведением психологического тестирования у людей с инвалидностью при трудоустройстве для выбора благоприятного режима и уровня трудовой нагрузки.

Цель исследования: выявить взаимосвязь показателей спектрального анализа ВСР и социально-психологической адаптации при воздействии трудовой нагрузки у инвалидов.

Объект и методы исследования

Объект исследования – люди с инвалидностью трудоспособного возраста, являющиеся практикантами специально созданных «Центров трудовой реабилитации и абилитации» («ЦТРА»), а также работники организации, на базе которой были созданы ЦТРА, имеющие инвалидность, всего 130 человек. Первый этап исследования предполагал проведение сравнения группы практикантов ЦТРА до трудоустройства и после для определения адаптационных механизмов в результате трудовой нагрузки в зависимости от группы, категории инвалидности, заболевания, пола и возраста. Для определения уровня социально-психологической адаптации были использованы методики определения стрессчувствительности по методу Ю.В. Щербатых и социально-психологической адаптации по Роджерсу – Даймонду, проводившиеся путём анкетирования. Блок оценки состояния регуляторных механизмов включал в себя определение показателей ВСР с помощью аппаратно-программного комплекса «ВНС-Микро» (НейроСофт, г. Иваново). Для оценки адаптационно-приспособительной деятельности при помощи ВСР был использован показатель стресс-индекс (SI) и проанализированы относительные величины спектрального анализа (VLF%, LF%, HF%, LF/HF).

Статистическая часть исследования была проведена с использованием программного обеспечения Stattech v. 2.6.1 (ООО «Статтех», Россия).

Первым этапом статистического анализа было определение распределения значений выборки. Для этого применялись критерии Шапиро – Уилка и Колмогорова – Смирнова.

Для оценки влияния трудовой нагрузки был использован статистический анализ, включающий сравнение независимых и зависимых выборок относительно трудового воздействия. t-критерий Стьюдента использовался при наличии нормально-го распределения и равенства дисперсий. В случае неравных дисперсий применялся t-критерий Уэлча. Критерий Манна – Уитни был применён при абнормальном распределении значений выборки исследуемых показателей.

Для апостериорного анализа при сравнении трёх и более независимых групп применялся критерий Крускала – Уоллиса, критерий Даннетта и поправка Холма – Бонферони. В случае нормального распределения во всех группах применялся однофакторный дисперсионный анализ и критерий Тьюки для апостериорных сравнений. Для исследования закономерностей в двух зависимых группах бы-

ла исследована достоверность их различий в динамике трудового воздействия, то есть сдвиг в значениях. При условии наличия гауссовского распределения был использован t-критерий Стьюдента для зависимых групп. При условии отсутствия нормального распределения или сравнения порядковых шкал был использован критерий Вилкоксона.

Для изучения корреляционных закономерностей при нормальном распределении использовался коэффициент линейной корреляции Пирсона. В противоположном случае применялся коэффициент ранговой корреляции Спирмена.

Для проведения ROC-анализа было построено несколько ROC-кривых. Путём сравнения статистических графиков были выявлены наивысшие значения индекса Юдена, что позволило определить пороговые значения количественных признаков относительно бинарного признака.

Результаты исследования

Динамика показателей ВСР в зависимости от группового критерия представлена в таблице 1. Оценивая изменение состояния механизмов регуляции физиологических функций организма практикантов ЦТРА при помощи показателей ВСР у представителей второй и третьей группы инвалидности первым этапом было доказано отсутствие различий в состоянии вегетативного статуса до начала трудовой практики у представителей различных групп инвалидности при помощи U-критерия Манна – Уитни. Далее в ходе анализа с использованием критерия Уилкоксона были выявлены статистически значимые изменения показателей LF/HF и HF% фоновые (ф) после применения трудовой нагрузки у представителей третьей группы инвалидности. Динамика показателя LF/HFф в сторону увеличения ($p=0,014$), а HF% – в сторону уменьшения ($p=0,049$), выявляющие снижение тонуса парасимпатической нервной системы (ПНС), позволила определить основной механизм вегетативного дисбаланса данной категории граждан.

Придерживаясь подобного алгоритма, был установлен вегетативный дисбаланс и его основной механизм у представителей инвалидов по общему заболеванию и у инвалидов-мужчин. Так, данные, полученные при анализе динамики показателей ВСР в зависимости от категории инвалидности, выявили статистически значимые сдвиги в сторону увеличения в значениях LF/HFф ($p=0,004$) и статистически значимые сдвиги в сторону уменьшения показателя HF%ф ($p=0,038$) у инвалидов по общему заболеванию. Это определило снижение тонуса ПНС как основной механизм вегетативного дисбаланса. У представителей мужского пола также было уста-

новлено статистически значимое увеличение показателя LF/HFф ($p=0,003$) и уменьшение показателя HF%ф ($p=0,003$), что выявило снижение тонуса ПНС, однако положительная динамика показателя VLF%ф ($p=0,033$) указала на включение в процесс регуляции физиологических функций организма у мужчин центрального контура регуляции.

При помощи критерия Уилкоксона был проведён анализ динамики показателей ВСР в зависимости от возраста, который показал, что у представителей возрастных групп 30–39 лет и 40–50 лет значение HF% достоверно уменьшилось к концу трудовой практики ($p=0,023$, $p=0,001$ соответственно). Данный факт указывает, что основным механизмом вегетативного дисбаланса у исследуемых возрастных групп является снижение тонуса парасимпатического отдела ВНС.

В таблице 1 представлены результаты анализа динамики показателей ВСР в зависимости от инвалидизирующего заболевания. В ходе исследования была выявлена достоверность различий ($p=0,02$) по показателю Slo (ортостатический) после прохождения трудовой практики при помощи критерия Краскела – Уоллиса и отсутствие таковых до, что указывает на расхождение в механизмах регуляции внутренних функций организма в ответ на оказание трудовой нагрузки. Было доказано статистически значимое изменение показателя Slo при помощи критерия Уилкоксона ($p<0,01$) и LF%ф при помощи парного t-критерия Стьюдента ($p=0,04$) у представителей инвалидов с поражениями опорно-двигательного аппарата (ОДА). Следовательно, для данной категории граждан характерно активация симпатической нервной системы в покое и центрального контура регуляции при моделировании минимального стресса после воздействия труда. Статистически значимое ($p=0,02$) снижение показателя HF%ф у инвалидов с заболеванием сердечно-сосудистой системы показало, что основное направление приспособительной деятельности вегетативной нервной системы у данного контингента – понижение тонуса её парасимпатического отдела. Было выявлено, что для лиц с заболеваниями психоневрологической сферы характерно повышение тонуса высших вегетативных центров в адаптационном процессе при трудовом воздействии, что было доказано при помощи анализа динамики показателя VLF%ф ($p=0,02$) до и после трудовой практики.

Динамика социально-психологической адаптации по методике Роджерса – Даймонда выявила увеличение внутреннего контроля у представителей третьей группы инвалидности. Данные представлены в таблице 2.

Таблица 1. Динамика показателей ВСР у людей с инвалидностью в процессе трудовой деятельности
Table 1. Dynamics of HRV indicators in people with disabilities during the course of work

Групповой критерий	Этап	LF/HFφ (y.e.)	HF%φ	LF%φ	VLF%φ	Slo (y.e.)
Группа инвалидности	2 группа (Me [Q25; Q75], M ± SD)					
	I	1,3 [0,8-2,9]	23 [12-37]	32±12	42±16	190 [119-508]
	II	1,5 [1,2-3,1]	19 [11-29]	32±12	47±15	187 [116-367]
	3 группа (Me [Q25; Q75], M ± SD)					
	I	1,6 [1-1,9]	19 [16-28]	29±12	44±18	251 [104-392]
	II	2,2 [1-3,6]*	14[11-20]*	32±12	50±14	184 [110-507]
Категория инвалидов	Инвалиды по общему заболеванию, (Me [Q25; Q75], M ± SD)					
	I	1,2 [0,6-1,9]	21 [16-38]	28±12	43±18	226 [105-445]
	II	2,1 [1-3,5]*	15[11-30]*	32±12	45±17	154 [134-534]
Пол	Мужчины (Me [Q25; Q75], M ± SD)					
	I	1,2 [0,7-1,9]	25 [18-36]	32±11	39±14	281 [150-528]
	II	1,7[1,2-3,5]*	15[11-25]*	32±13	47±18*	272 [116-631]
	Женщины (Me [Q25; Q75], M ± SD)					
	I	1,6 [1-3]	17 [12-31]	31±13	45±17	166 [94-407]
	II	1,6 [1,1-3,5]	16 [11-27]	33±12	45±17	173 [115-349]
Возраст	30-39 лет (Me [Q25; Q75], M ± SD)					
	I	1,2 [0,9-2,6]	25 [16-35]	34±11	36±16	134 [93-379]
	II	1,6 [1,3-4,7]	15[10-23]*	34±14	44±20	171 [114-375]
	40-50 лет (Me [Q25; Q75], M ± SD)					
	I	1,5[0,8-1,7]	22 [15-29]	31±12	43±16	296 [137-457]
	II	2,4 [1,2-3,6]	15[13-20]*	34±12	48±14	311 [130-530]
Инвалидизирующее заболевание	Заболевание CCC (Me [Q25; Q75], M ± SD)					
	I	1,7 [1,2-2,1]	17 [13-31]	30±15	47±21	392 [184-508]
	II	2,2 [1,3-3,7]	13[10-15]*	29±14	57±15	244[176-415]
	Заболевание психоневрологической сферы (Me [Q25; Q75], M ± SD)					
	I	1,5 [1-3,1]	22 [15-35]	36±11	39±14	212 [101-649]
	II	1,5 [1,2-3]	20 [11-29]	34±11	46±17*	161 [106-366]#
	Патология опорно-двигательного аппарата (Me [Q25; Q75], M ± SD)					
	I	0,7 [0,5-1,4]	27 [17-37]	22±10	44±19	212 [143-299]
	II	2,1 [1,1-4,1]	18 [13-26]	35±14*	43±18	505[356-865]*#

Примечание: *p<0,05 в сравнении с исходными значениями; #p<0,05 различие между группами; φ - фоновая проба, о - ортостатическая проба; I - до воздействия трудовой нагрузки, II - после воздействия трудовой нагрузки.

Note: *p<0.05 in comparison with the initial values; #p <0.05 difference between groups; φ - background test, o - orthostatic test; I - before exposure to workload, II - after exposure to workload.

Таблица 2. Анализ динамики показателя «Внутренний контроль» в зависимости от группы инвалидности
Table 2. Analysis of the dynamics of the indicator "Internal control" depending on the disability group

Группа инвалидности	Этапы наблюдения	
	I	II
	M±SD	M±SD
2 группа инвалидности	71±16	69±10
3 группа инвалидности	55±15	63±10*

Примечание: *p<0,05 в сравнении с исходными значениями; I - до воздействия трудовой нагрузки, II - после воздействия трудовой нагрузки.
Note: *p<0.05 compared to the original values; I - before the impact of the workload, II - after the impact of the workload.

Выявлена взаимосвязь показателей стрессуемости до начала трудовой практики с показателями вегетативного баланса после её окончания у мужчин-инвалидов и представителей третьей группы инвалидности. Результаты представлены в таблице 3.

Измеренные после воздействия трудовой нагрузки показатели ВСР, являющиеся маркерами активации тонуса парасимпатического отдела вегетативной нервной системы (RMSSDo, pNN50o, MxDMno, MxRMno), отрицательно коррелировали со значениями общей стрессуемости до начала трудовой нагрузки у представителей третьей группы инвалидности. Положительная корреля-

ционная взаимосвязь была выявлена с показателями, указывающими на увеличение тонуса симпатической нервной системы (ВПРо). Значения стрессуемости мужчин-инвалидов до начала трудового воздействия также были связаны отрицательной корреляционной связью с показателями ВСР по окончании такового (табл. 3). Следовательно, уровень стрессуемости до трудоустройства у инвалидов с третьей группой и инвалидов-мужчин обладает прогностическими возможностями относительно состояния вегетативных регуляторных механизмов после трудовой нагрузки при действии минимального стресса.

Таблица 3. Результат корреляционного анализа взаимосвязи стрессчувствительности до трудовой нагрузки и показателей BCP после трудовой нагрузки**Table 3.** The result of the correlation analysis of stress sensitivity before work load and HRV indicators after work load

Показатель	Характеристика корреляционной связи	
	Р	Р
Инвалиды 3 группы		
RMSSD2o	-0,739	<0,001*
pNN50 2o	-0,710	<0,001*
MxDMn 2o	-0,768	<0,001*
MxRMn 2o	-0,754	<0,001*
ВПП 2o	0,729	<0,001*
Инвалиды-мужчины		
RMSSD2o	-0,719	0,002*
MxDMn 2o	-0,712	0,002*
MxRMn 2o	-0,724	0,002*
BP 2o	-0,708	0,002*

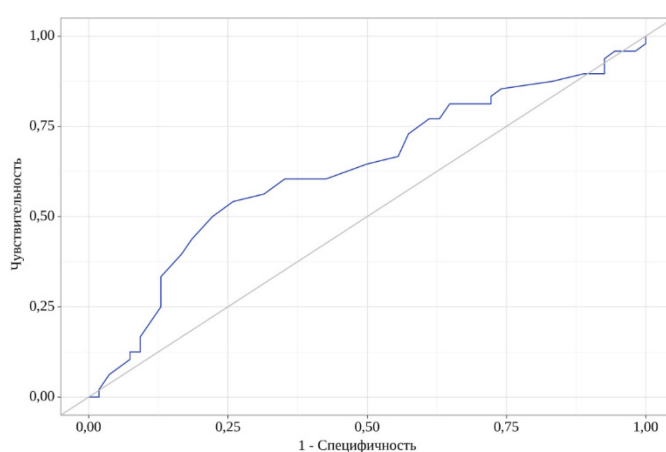
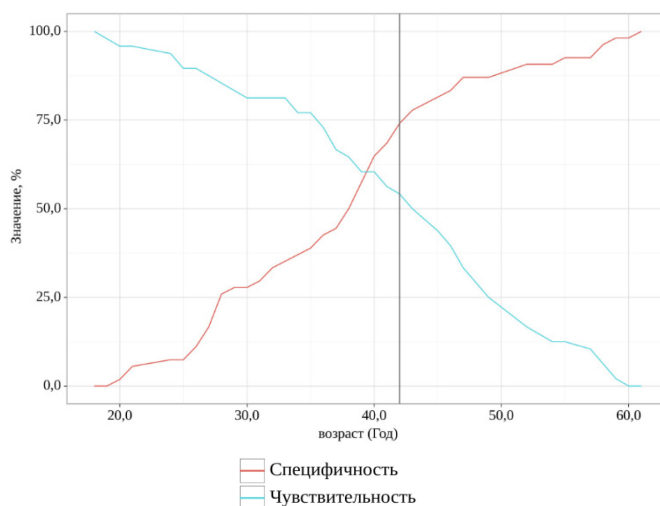
Примечание: * $p < 0,05$ в сравнении с исходными значениями; о - ортостатическая проба, 2 - по окончании трудовой практики.

Note: * $p < 0.05$ in comparison with the initial values; o - orthostatic test, 2 - at the end of work practice.

При помощи ROC-анализа, метода логистической регрессии, используемого для прогнозирования вероятности наступления того или иного события, имеющего бинарное значение, доказана взаимосвязь между состоянием регуляторных систем после трудовой практики и такими показателями, как возраст и стрессчувствительность до трудоустройства. Наивысшее значение индекса Юдена позволило выявить пороговое значение количественного признака в точке cut-off, а площадь под полученной кривой (ROC Curve) – определить вероятность возникновения этого. На рисунке 1 представлена определённая в процессе работы AUC (Area Under Curve) или площадь под кривой ROC (ROC Curve) равная $0,63 \pm 0,055$ с 95% достоверным интервалом: 0,522-0,739 ($p < 0,0001$). Поэтому с вероятностью $0,63 \pm 0,05$ можно предположить, что пороговое значение показателя «возраст», при котором и выше которого при воздействии на человека с инвалидностью трудовой нагрузкой произойдет напряжение регуляторных систем составило 40 лет (рис. 1 и 2).

Выполнен ROC-анализ данных стрессчувствительности до воздействия трудовой нагрузки. Порог для стрессчувствительности составил 87 единиц.

На рисунке 3 представлена площадь под ROC-кривой, которая составила $0,75 \pm 0,08$ с 95% доверительного интервала: 0,6-0,9 ($p = 0,009$). Следовательно, с вероятностью $0,75 \pm 0,08$ пороговое значение показателя «стрессчувствительность до воздействия трудовой нагрузки» при котором и выше которого при воздействии на человека с инвалидностью трудовой нагрузкой произойдет напряжение регуляторных систем составило 87 единиц (рис. 3 и 4).

**Рисунок 1.** ROC-кривая модели по показателю возраст**Figure 1.** ROC curve for the model according to the indicator "age"**Рисунок 2.** Динамика чувствительности и специфичности модели по показателю «возраст»**Figure 2.** Dynamics of sensitivity and specificity of the model according to the indicator "age"

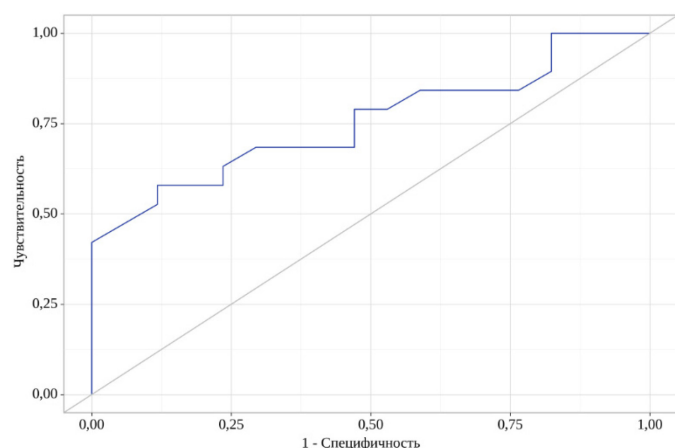


Рисунок 3. ROC-кривая модели по показателю «стрессчувствительность до трудовой нагрузки»

Figure 3. ROC-curve of the model according to the indicator "stress sensitivity to workload"

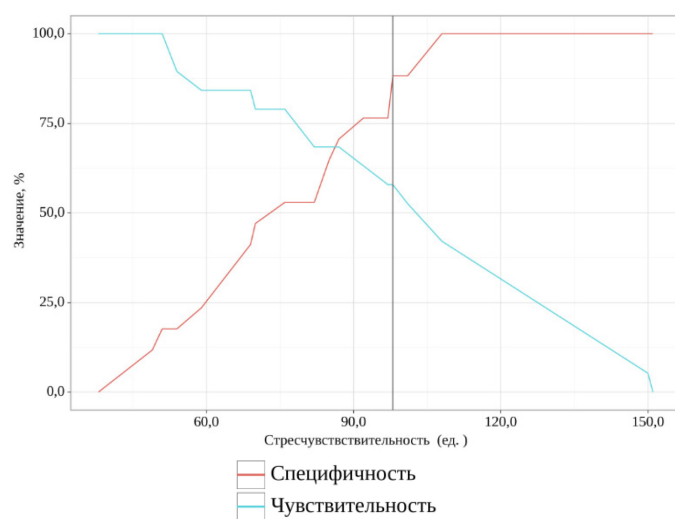


Рисунок 4. Динамика чувствительности и специфичности модели по показателю «стрессчувствительность до трудовой практики»

Figure 4. Dynamics of sensitivity and specificity of the model depending on the threshold values of the indicator "stress sensitivity before work practice"

Обсуждение результатов

Учитывая стрессорное влияние трудовой занятости и специфическое внутреннее самоощущение человека с инвалидностью [7], трудоустройство для данной категории граждан является специфическим видом воздействия – трудовой нагрузкой, включающей в себя как социальные, психологические так и физиологические аспекты. В связи с этим можно говорить о специфических адаптационных механизмах к данному виду воздействия.

Трудоустройство – это поведенческий акт, а системообразующий фактор, вновь сформировавшей функциональной системы, – это приобретение специального трудового навыка. Необходимо отметить, что мотивационный компонент стал одним из крите-

риев отбора, так как только желающие трудоустроиться инвалиды приняли участие в исследовании.

Различия в механизмах регуляторных влияний автономной нервной системы у инвалидов по общему заболеванию и инвалидов-детства, на наш взгляд, кроются в наличии профессионально-трудового опыта у инвалидов по общему заболеванию, так как эта категория присваивается в трудоспособном возрасте, после 18 лет. Подобный опыт олицетворяет собой компонент акцептора результата действия (АРД) – память. Данные кардинальные различия в составе АРД приводят к формированию различий в направленности поведенческой деятельности, а именно, наличию ориентировочно-исследовательского компонента у инвалидов детства, в отличие от инвалидов по общему заболеванию, имеющих трудовую эмпирию. Имеющийся трудовой опыт запускает механизмы памяти АРД и формирует опережающую эмоциональную реакцию, что, по нашему мнению, является причиной вегетативного дисбаланса с преобладанием симпатического тонуса за счёт дезактивации парасимпатического компонента у этой категории инвалидов. Полученные результаты по более высокой способности к адаптации у инвалидов с детства подкрепляются данными экспериментального исследования А.Ю. Шишлевой и В.В. Раевского о способности к обучению в зависимости от периода ранней социальной изоляции [8].

В группах исследования с разными инвалидизирующими заболеваниями выявлены различные механизмы вегетативного дисбаланса в процессе адаптационной деятельности. Оценка социально-психологической адаптации доказала благоприятное влияние трудовой нагрузки на социальный и психологический компонент адаптационного процесса у инвалидов независимо от инвалидизирующего заболевания.

Выявлены гендерные различия как социально-психологических, так и вегетативных механизмов адаптации. У мужчин-инвалидов данные критерии находились в состоянии нарушения равновесия. Оценка результатов исследования через призму возраста показала вегетативный дисбаланс у людей старше 30 лет, что, несомненно, объясняется влиянием аллостатической нагрузки на процесс адаптации к трудовой деятельности.

Основные значимые для практического применения данные были получены при помощи корреляционного и ROC-анализа. Таким образом, были выявлены критические значения возраста (40 лет) и уровня стрессустойчивости (87 ед.) у инвалидов при трудоустройстве, которые с большой вероятностью приведут к дисбалансу регуляторных систем при воздействии трудовой нагрузки, что необходимо учитывать социально-экспертным службам и рабо-

тодателю при составлении графика и режима трудовой нагрузки при трудоустройстве.

Выводы

Проведённый анализ выявил особенности динамики вегетативного статуса и психосоциальной адаптации у инвалидов в процессе трудовой нагрузки и обозначил детерминативные факторы, определяющие специфику механизмов адаптивных реакций. К этим факторам относятся категория и группа инвалидности, инвалидизирующее заболевание, пол и возраст.

Оценка взаимосвязи психоэмоциональных показателей, определённых до воздействия трудовой нагрузки, и некоторых показателей ВСП после, даёт возможность прогнозировать уровень напряжения регуляторных систем у людей с инвалидностью под воздействием трудовой нагрузки.

Полученные закономерности возможно использовать для ориентировочного и индивидуального прогноза эффективного режима труда и отдыха, длительности трудового дня и продолжительности трудовой недели при трудоустройстве человека с инвалидностью, что является одним из важных аспектов практического применения полученных результатов. То есть, чем выше значение стрессчувствительности до влияния трудового фактора, тем более выражен вегетативный дисбаланс и, соответственно, напряжение систем, регулирующих физиологические функции организма, после, а также пороговые значения уровня стрессчувствительности и возраста, определённые при помощи ROC-анализа.

Литература [References]

- Gullett N, Zajkowska Z, Walsh A, Harper R, Mondelli V. Heart rate variability (HRV) as a way to understand associations between the autonomic nervous system (ANS) and affective states: A critical review of the literature. *Int J Psychophysiol.* 2023 Oct; 192:35-42. <https://doi.org/10.1016/j.jpsycho.2023.08.001> Epub 2023 Aug 3. PMID: 37543289
- Kořátaj WP, Kořátaj B, Cipora E, Sygit K, Karwat ID. Relationship between the components of disability definition and the effectiveness of rehabilitation measures as a process. *Ann Agric Environ Med.* 2023 Dec;22;30(4):595-601. <https://doi.org/10.26444/aaem/177341> Epub 2023 Dec 20. PMID: 38153059
- Федеральный реестр инвалидов. URL: <https://sfri.ru/> (дата обращения 01.02.2024). The Federal Register of Persons with Disabilities. URL: <https://sfri.ru/> (accessed 01 Feb 2024) (In Russ).
- Pilcher JJ, Morris DM, Limyansky SE, Bryant SA. The effect of using activity workstations on heart rate variability during complex cognitive tasks. *J Am Coll Health.* 2022 Apr;70(3):948-955. <https://doi.org/10.1080/07448481.2020.1782919> Epub 2020 Jul 16. PMID: 32672519
- Mira T, Monteiro D, Costa AM, Morouço P, Matos R, Antunes R. Tokyo 2020: A Sociodemographic and Psychosocial Characterization of the Portuguese Paralympic Team. *Healthcare (Basel).* 2022 Jun 24;10(7):1185. <https://doi.org/10.3390/healthcare10071185> PMID: 35885712; PMCID: PMC9316738
- Kořátaj WP, Kořátaj B, Cipora E, Sygit K, Karwat ID. Relationship between the components of disability definition and the effectiveness of rehabilitation measures as a process. *Ann Agric Environ Med.* 2023 Dec 22;30(4):595-601. <https://doi.org/10.26444/aaem/177341> Epub 2023 Dec 20. PMID: 38153059
- Xi Z, Rong CM, Ling LJ, Hua ZP, Rui G, Fang HG, Long W, Zhen ZH, Hong L. The influence of stigma and disability acceptance on psychosocial adaptation in patients with stoma: A multicenter cross-sectional study. *Front Psychol.* 2022 Dec 8;13:937374. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.937374> PMID: 36571011; PMCID: PMC9773876
- Шиселова, А. Ю., Раевский В.В. Влияние ранней социальной изоляции на двигательную активность и способность к обучению в зрелом возрасте крыс WAG/Rij. *Журнал высшей нервной деятельности им. И.П. Павлова.* 2021;71(3):359-369. Shishelova, A. YU., Raevskij V.V. The effect of early social isolation on motor activity and learning ability in adult rats WAG/Rij. *I.P. Pavlov Journal of Higher Nervous Activity.* 2021;71(3):359-369. (In Russ). <https://doi.org/10.31857/S0044467721030072>

Авторская справка

Наговицына Елена Андреевна

Ассистент кафедры нормальной физиологии, Ижевская государственная медицинская академия.
ORCID 0000-0003-3772-3395

Вклад автора: разработка концепции и дизайна исследования, подготовка и анализ данных, написание текста статьи.

Васильева Наталья Николаевна

Д-р мед. наук, доцент, заведующий кафедрой нормальной физиологии, Ижевская государственная медицинская академия.
ORCID 0000-0001-7062-9988

Вклад автора: разработка концепции и дизайна исследования, формулирование выводов, редактирование статьи.

Author's reference

Elena A. Nagovitsyna

Assistant at the Department of Normal Physiology, Izhevsk State Medical Academy.
ORCID 0000-0003-3772-3395

Author's contribution: the development of the concept and design of the study, the preparation and analysis of data, the writing of the text of the article.

Natal'ya N. Vasilyeva

Dr. Sci. (Med.), Docent, Head of the Department of Normal Physiology, Izhevsk State Medical Academy.
ORCID 0000-0001-7062-9988

Author's contribution: the development of the concept and design of the study, the formulation of conclusions, the editing of the article.

ВЗАИМОСВЯЗЬ АДАПТАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ С НЕКОТОРЫМИ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ ЛИЧНОСТИ У СТУДЕНТОВ МЕДИЦИНСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

О.Н. Павлова¹, А.И. Будаев^{1,2}, Д.С. Громова¹, С.И. Павленко^{1,3}, Е.В. Макарова-Горбачёва², А.В. Иващенко¹

¹Самарский государственный медицинский университет, ул. Чапаевская, д. 89, г. Самара, 443099, Россия

²Клиники Медицинского университета «Реавиз», ул. Советской Армии, д. 245, г. Самара, 443011, Россия

³Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва, Московское шоссе, д. 34, г. Самара, 443086, Россия

Резюме. *Актуальность.* Адаптационный потенциал является важным показателем эффективности работы сердечно-сосудистой системы. Возможной причиной возникновения напряжения адаптационных процессов может являться ситуативная тревожность, при этом вопрос о предикторах её возникновения и её влиянии на когнитивные способности студентов-медиков остаётся не до конца изученным. *Цель исследования:* изучить взаимосвязь показателей адаптации сердечно-сосудистой системы с уровнем ситуативной тревожности, а также проанализировать отдельные параметры внимания и социального интеллекта у студентов второго курса обучения медицинского университета. *Объект и методы.* В ходе исследования оценили состояние сердечно-сосудистой системы, уровень ситуативной тревожности, уровень развития социального интеллекта и уровень внимания у 22 студентов обоего пола. *Результаты.* Адаптационный потенциал составляет $8,56 \pm 0,354$ балла, что свидетельствует о неудовлетворительной адаптации обучающихся. Анализ индекса функциональных изменений показал удовлетворительное состояние адаптационных механизмов, при этом у 27% студентов отмечалось напряжение механизмов адаптации сердечно-сосудистой системы, что может свидетельствовать о чрезмерном влиянии стрессовых факторов на функциональные возможности организма. Помимо этого, были выявлены корреляционные связи между: индексом функциональных изменений и уровнем ситуативной тревожности; ситуативной тревожности и уровнем развития социального интеллекта и между показателем ситуативной тревожности и продолжительностью работы с таблицами Шульте. *Выводы.* Проведённое исследование позволило оценить состояние адаптационных механизмов обучающихся и выявить причину напряжения этих механизмов развитие тревожных состояний.

Ключевые слова: адаптационный потенциал, индекс Баевского, индекс Робинсона, ситуативная тревожность, социальный интеллект.

Конфликт интересов. Автор О.Н. Павлова является научным редактором журнала. В рецензировании данной работы участия не принимала.

Финансирование. Исследование проводилось без спонсорской поддержки.

Для цитирования: Павлова О.Н., Будаев А.И., Громова Д.С., Павленко С.И., Макарова-Горбачёва Е.В., Иващенко А.В. Взаимосвязь адаптационного потенциала сердечно-сосудистой системы с некоторыми психофизиологическими свойствами личности у студентов медицинских специальностей. *Bulletin of the Medical Institute "REAVIZ". Rehabilitation, Doctor and Health.* 2024;14(1):42-46. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2024.1.PHYS.2>

THE RELATIONSHIP BETWEEN THE ADAPTIVE POTENTIAL OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM AND SOME PSYCHOPHYSIOLOGICAL PERSONALITY PROPERTIES IN MEDICAL STUDENTS

Ol'ga N. Pavlova¹, Aleksandr I. Budaev^{1,2}, Dar'ya S. Gromova¹, Snezhanna I. Pavlenko^{1,3},
Ekaterina V. Makarova-Gorbacheva², Anton V. Ivashchenko¹

¹Samara State Medical University, 89, Chapaevskaya str., Samara, 443099, Russia

²Clinics of the Medical University Reaviz, 245, Sovetskoy Armii str., Samara, 443011, Russia

³Samara National Research University named after Academician S.P. Korolev, Moskovskoe shosse, 34, Samara, 443086, Russia

Abstract. Adaptive potential is an important indicator of the efficiency of the cardiovascular system. A possible cause of tension in adaptation processes may be situational anxiety, while the question of predictors of its occurrence and its impact on the cognitive abilities of medical students remains incompletely studied. Purpose of the work: to study the relationship between indicators of adaptation of the cardiovascular system and the level of situational anxiety, as well as to analyze individual parameters of attention and social intelligence among second-year medical university students. *Object and methods.* The study assessed the state of the cardiovascular system, the level of situational anxiety, the level of development of social intelligence and the level of attention in 22 students of both sexes. *Results.* Adaptation potential is 8.56 ± 0.354 points, which indicates unsatisfactory adaptation of students. Analysis of the index of functional changes showed a satisfactory state of adaptation mechanisms, while 27% of students noted tension in the adaptation mechanisms of the cardiovascular system, which may indicate an excessive influence of stress factors on the functional capabilities of the body. In addition, correlations were identified between: IFI and the level of situational anxiety, situational anxiety and the level of development of social intelligence, and between the indicator of situational anxiety and the duration of work with Schulte tables. *Conclusions.* The study made it possible to assess the state of students' adaptation mechanisms and identify the reason for the tension of these mechanisms – the development of anxiety states.

Keywords: adaptive potential, Baevsky index, Robinson index, situational anxiety, social intelligence.

Competing interests. Author O.N. Pavlova is the scientific editor of the journal. She did not participate in the review of this work.

Compliance with ethical principles. The authors confirm that they respect the rights of the people participated in the study, including obtaining informed consent when it is necessary.

Funding. This research received no external funding.

Cite as: Pavlova O.N., Budaev A.I., Gromova D.S., Pavlenko S.I., Makarova-Gorbacheva E.V., Ivashchenko A.V. The relationship between the adaptive potential of the cardiovascular system and some psychophysiological personality properties in medical students. *Bulletin of the Medical Institute "REAVIZ". Rehabilitation, Doctor and Health*. 2024;14(1):42-46. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2024.1.PHYS.2>

Введение

Адаптация является одним из базовых свойств организма, протекание которого, необходимо для успешного выполнения целей образовательного процесса. В процессе успешной адаптации у студентов образуются новые психоэмоциональные и поведенческие реакции, направленные на выполнение новых профессиональных навыков и социальных ролей. Данные реакции поддерживаются структурными изменениями в центральной, иммунной и висцеральных системах и сложными механизмами интеграции этих систем. В свою очередь, напряжение, или даже срыв, адаптационных процессов ухудшает качество жизни обучающегося и снижает эффективность образовательного процесса. Одним из индикаторов адаптации служит работа сердечно-сосудистой системы, которая, согласно теории Р.М. Баевского, является главной системой, обеспечивающей адаптацию и лимитирующей как умственную, так и физическую работоспособность [1].

В связи с современным трендом здоровьесбережения возникает необходимость в выявлении причин изменений адаптационного потенциала. Наиболее вероятной причиной напряжения в работе сердечно-сосудистой системы может являться манифестация ситуативной тревожности, характеризующаяся проявлением классических физиологических реакции в организме человека. При этом вопрос о предикторах ситуативной тревожности и её влиянии на когнитивные способности студентов-медиков остаётся открытым.

Цель настоящей работы: изучить взаимосвязь показателей адаптации сердечно-сосудистой системы с уровнем ситуативной тревожности, а также проанализировать отдельные параметры внимания и социального интеллекта у студентов второго курса обучения медицинского университета.

Объект и методы

В ходе исследования оценивали состояние сердечно-сосудистой системы (ССС), уровень ситуативной тревожности, уровень развития социального интеллекта и уровень внимания у 22 студентов обоего пола, обучающихся на втором курсе ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Минздрава РФ. Возраст (В) испытуемых составлял 18-19 лет. До проведения эксперимента

от каждого участника получено добровольное информированное согласие об участии в исследовании. Изучение адаптационного потенциала проходило в течение учебного процесса, вне экзаменационного периода. У студентов измеряли рост и вес. Рост (длина тела, ДТ) измеряли с помощью ростомера. Определение массы тела (МТ) осуществляли с использованием портативных электронных весов. Показатели артериального давления (АД) регистрировали методом Короткова. Отдельно регистрировали показатели систолического (САД) и диастолического (ДАД) давления, а также частоту сердечных сокращений (ЧСС) за минуту времени. Полученные данные использовали для анализа адаптационных изменений сердечно-сосудистой системы с помощью индекса функциональных изменений (ИФИ) по Р.М. Баевскому, который рассчитывали по следующей формуле:

$$\text{ИФИ} = 0,011 \times \text{ЧСС} + 0,014 \times \text{САД} + 0,014 \times \text{В} + 0,008 \times \text{ДАД} + 0,009 \times \text{МТ} - 0,009 \times \text{ДТ} - 0,27.$$

Адаптация ССС считалась удовлетворительной при значении величины ИФИ не превышавшее 2,60 баллов. При ИФИ от 2,60 до 3,10 баллов отмечалось напряжение механизмов адаптации. При значениях ИФИ от 3,10 до 3,50 баллов адаптация оценивалась как неудовлетворительная, а при ИФИ 3,50 баллов и выше регистрировался срыв адаптации.

Для расчёта адаптационного потенциала (АП) использовали уравнение Л.А. Коневских [2]

$$\text{АП} = 1,238 + 0,09 \times \text{ЧСС}.$$

При значениях менее 7,2 баллов адаптационный потенциал оценивался как удовлетворительный. Напряжение механизмов адаптации регистрировали при значениях от 7,21 до 8,24 баллов. При значениях АП от 8,25 до 9,85 баллов отмечали неудовлетворительную адаптацию, а при значениях более 9,86 баллов регистрировали срыв механизмов адаптации.

Для оценки функционального состояния сердечно-сосудистой системы также применяли индекс Робинсона (ИР):

$$\text{ИР} = \text{ЧСС} \times \text{САД} / 100.$$

В норме индекс Робинсона не должен превышать 85 условных единиц. Чем ниже индекс Робинсона, тем выше максимальные аэробные возможности, а значит и уровень соматического здоровья испытуемого.

Дополнительно рассчитывали вегетативный индекс Кердо (ВИК), который определяли по двум параметрам: диастолическому артериальному давлению (ДАД) и частоте сердечных сокращений (ЧСС):

$$\text{ВИК} = (1 - \text{ДАД}/\text{ЧСС}) \times 100\%.$$

Уровень ситуативной тревожности определяли по шкале тревоги Спилбергера (State-Trait Anxiety Inventory – STAI) [3], в модификации Ю.Л. Ханина. Уровень тревожности оценивали по количеству набранных баллов: до 30 баллов уровень тревожности считается низким, от 30 до 45 баллов – умеренным, от 46 баллов и выше – высоким. Минимальная оценка по каждой шкале – 20 баллов, максимальная – 80 баллов.

Для определения уровня социального интеллекта использовали тест Гилфорда, состоящий из 4 субтестов. Общий уровень развития социального интеллекта оценивали по количеству набранных баллов во всех субтестах и делали заключение о состоянии социального интеллекта испытуемого согласно таблице 1.

Таблица 1
Table 1

Стандартные значения	Композитная оценка	Уровень развития способностей к познанию поведения
1	0-12	низкие
2	13-26	ниже среднего
3	27-37	средние
4	38-46	выше среднего
5	47-55	высокие

Для оценки устойчивости внимания использовали таблицы Шульте. Испытуемым на экране монитора поочередно предлагали таблицу, на которой в произвольном порядке расположены числа от 1 до 25. Испытуемый отыскивал числа в порядке их возрастания. Проба повторялась с пятью разными таблицами.

Результаты исследования подвергались статистическому анализу с помощью программного обеспечения SigmaPlot 12.5. Нормальность распределения данных оценивали с помощью теста Shapiro-Wilk. Анализ корреляционных связей осуществлялся с помощью теста Spearman Rank Order Correlation. Данные представлены в виде $M \pm m$. Статистически достоверными считали изменения при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждения

В ходе исследования было выявлено, что в среднем у студентов второго курса Самарского государственного медицинского университета адаптационный потенциал составляет $8,56 \pm 0,354$ балла, что свидетельствует о неудовлетворительной адаптации обучающихся. Неудовлетворительная адаптация, обнаруженная у студентов, может быть связана с разными аспектами обучения в медицинском университете: сложности образовательного характера,

изменение социальных ролей, увеличение доли ответственности и самостоятельности [4].

В то же время анализ индекса функциональных изменений по Р.М. Баевскому, отражающий адаптационные изменения сердечно-сосудистой системы, показал, что в среднем адаптационные механизмы обучающихся находятся в удовлетворительном состоянии, а само значение составляет $2,20 \pm 0,10$, что соответствует нормальному значению. При этом у 27% студентов отмечалось напряжение механизмов адаптации сердечно-сосудистой системы, что может свидетельствовать о чрезмерном влиянии стрессовых факторов на функциональные возможности организма. Высокие значения ИФИ вызывают беспокойство за здоровье студентов и являются основанием для того, чтобы считать описанных респондентов группой повышенного риска обострения имеющихся хронических патологий или развития новых острых заболеваний. Наблюдаемые результаты свидетельствуют о необходимости коррекции образовательного процесса, в который вовлечены обследованные обучающиеся, в первую очередь, направленную на снижение психозмоционального напряжения в аудитории. В пользу данного утверждения говорят результаты статистического анализа, свидетельствующие о наличии выраженных корреляционных связей между ИФИ и уровнем ситуативной тревожности ($r = 0,47$; $p < 0,05$) (рис. 1).

Ситуативная тревожность может быть определена как эмоция, характеризующаяся возбуждением организма и сознательно воспринимаемыми чувствами опасения, страха и напряжения [5], которые могут проявляться в виде большого количества физиологических эффектов, включая повышение АД, тахикардию и повышение мышечного тонуса. Постоянная манифестация подобных эффектов даёт дополнительную нагрузку на сердечно-сосудистую систему, в результате чего может происходить дальнейшее напряжение адаптационных механизмов и трата ресурсов организма.

У студентов, участвующих в исследовании, значение уровня ситуативной тревожности составляла $33,23 \pm 1,78$ балла, что соответствует умеренному уровню тревожности, однако следует отметить, что у 18% студентов данный показатель близко подходил к высокому значению, хотя и не достигал его. Полученные данные свидетельствуют о том, что студенты 2 курса медицинского университета могут переживать физиологическую манифестацию тревожности в условиях обычного учебного дня. Статистический анализ данных показал наличие достоверных положительных корреляционных связей ($r = 0,53$; $p < 0,05$) между показателями ситуативной тревожности и развитием социального интеллекта (рис. 2, А), что указывает на возможную роль последнего в качестве предиктора ситуативной тре-

возможности. Одним из источников такого уровня тревожности могут являться педагогические недочёты, допущенные в процессе обучения, в результате чего у студентов с развитым социальным интеллектом могут возникать тревожные состояния. Схожие результаты были получены и при изучении роли эмоционального интеллекта в формировании мотивации, тревожности и лидерских качеств. В ходе данного исследования была выявлена положительная связь между уровнем эмоционального интеллекта и ситуативной тревожностью [6]. Следует отметить, что эмоциональный интеллект может быть частично отождествлён с понятием «социальный интеллект» в виду наличия у первого социально коммуникативных компонентов [7]. Наличие такой связи не очевидно и требует дальнейшего изучения.

Как известно, тревожные состояния не только приводят к снижению показателей адаптации, но и влекут за собой снижение когнитивных функций, что влияет на конечный результат учебной деятельности [8]. У студентов, участвовавших в исследовании, была выявлена прямая положительная связь между показателем ситуативной тревожности и продолжительностью работы с таблицами Шульте ($r=0,81$; $p<0,001$; рис. 2, В). При этом средние абсолютные значения времени работы с таблицами Шульте составляли $33,83 \pm 1,817$ с, что говорит о среднем состоянии внимания у студентов. Стоит также отметить, что у 27% испытуемых на прохождение таблицы требовалось более 40 с, что говорит о снижении возможности концентрации внимания, и, как следствие, снижение эффективности образовательного процесса.

Выводы

Проведённое исследование позволило оценить значение адаптационного потенциала, индекс функциональных изменений, уровень ситуативной тревожности, степень развития социального интеллекта и качественный показатель внимания у студентов второго курса Самарского медицинского университета, а также выявить корреляционные связи между изучаемыми показателями. Полученные данные свидетельствуют о напряжении адаптационных механизмов обучающихся, вызванном развитием тревожных состояний, негативно влияющих на когнитивные функции. Однако, в связи с многокомпонентностью изучаемых параметров, необходимо дальнейшее исследование проблемы с целью уточнения механизмов развития тревожности, напряжения адаптационных механизмов и снижения концентрации внимания.

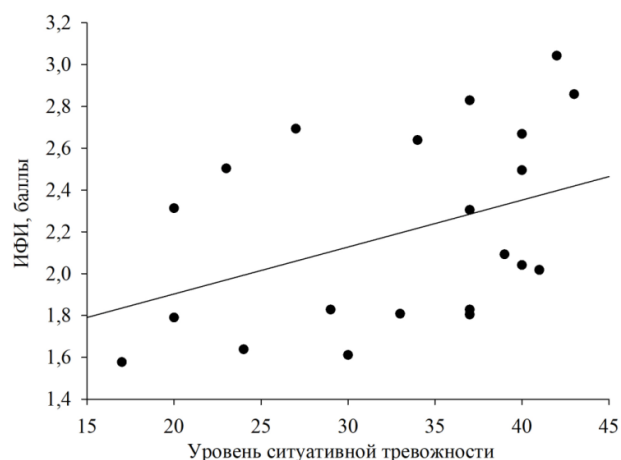


Рисунок 1. Корреляционные связи между уровнем ситуативной тревожности и индекса функциональных изменений, выявленные во время исследования у студентов

Figure 1. Correlations between the level of situational anxiety and the index of functional changes revealed during the study in students

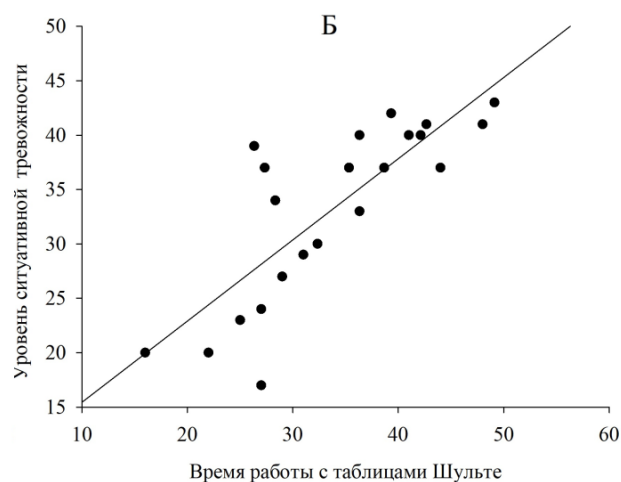
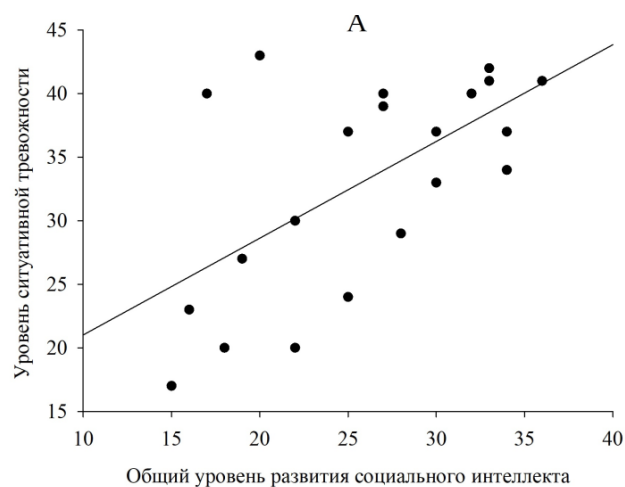


Рисунок 2. Выявленные во время исследования корреляционные связи: А – между уровнем ситуативной тревожности и уровнем социального интеллекта; В – между временем работы с таблицами Шульте и уровнем ситуативной тревожности

Figure 2. The correlations revealed during the study are: А - between the level of situational anxiety and the level of social intelligence; В - between the time spent working with Schulte tables and the level of situational anxiety

Литература [References]

- Баевский Р.М., Берсенева А.П. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний. М.: Медицина. 1997;236. Baevsky R.M., Berseneva A.P. Assessment of the adaptive capabilities of the body and the risk of developing diseases. M.: Medicine. 1997;236. (In Russ).
- Коневских Л.А., Оранский И.Е., Лихачева Е.И. Способ оценки адаптационного потенциала: патент RU 2314019, МПК А61В 5/02; публ. БИМП 1, 10.01.2008. Konevskikh L.A., Oransky I.E., Likhacheva E.I. Method of assessing adaptive potential: patent RU 2314019, IPC A61B 5/02; publ. BMP 1, 01/10/2008. (In Russ).
- Spielberger C.D. Theory and research of anxiety. *Anxiety and Behavior*: abstr. N.Y.1966;3-38.
- Тимофеева Ю.Н. Основные трудности адаптационного периода первокурсников медицинского вуза. Педагогика, психология, общество: современные тренды: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Чебоксары, 24 апреля 2020 г. Чебоксары: ИД «Среда». 2020;252-255. Timofeeva Yu.N. The main difficulties of the adaptation period of first-year medical students. *Pedagogy, psychology, society: modern trends: materials of the All-Russian Scientific and Practical conference with international participation*. Cheboksary, April 24, 2020 Cheboksary: ID "Wednesday". 2020;252-255. (In Russ).
- Endler N.S., Kocovski N.L. State and trait anxiety revisited. *J. Anxiety Disord.* 2001;15(3):231-245.
- Rubio I.M., Ángel N.G., Esteban M.D.P., Ruiz N.F.O. Emotional Intelligence as a Predictor of Motivation, Anxiety and Leadership in Athletes. *Int. J. Environ. Res. Public Health.* 2022;19:7521.
- Bar-On, R. The Bar-On model of emotional-social intelligence (ESI). *Psicothema.* 2006;18:13-25.
- Айзенк Х. Психологические теории тревожности. Тревога и тревожность: хрестоматия; сост. В. М. Астапов. СПб.: Пер Сэ, 2008;217-239. Eysenck H. Psychological theories of anxiety. *Anxiety and anxiety: a textbook*; comp. V. M. Astapov. St. Petersburg: Per Se, 2008;217-239. (In Russ).

Авторская справка

Павлова Ольга Николаевна

Д-р биол. наук, доцент, заведующая кафедрой физиологии с курсом безопасности жизнедеятельности и медицины катастроф, Самарский государственный медицинский университет.

ORCID 0000-0002-8055-1958

Вклад автора: разработка концепции исследования.

Будаев Александр Иванович

Ассистент кафедры физиологии с курсом безопасности жизнедеятельности и медицины катастроф, Самарский государственный медицинский университет.

ORCID 0000-0002-3729-0430; a.i.budaev@samsmu.ru

Вклад автора: формулирование выводов.

Громова Дарья Сергеевна

Старший преподаватель кафедры общей и молекулярной биологии, Самарский государственный медицинский университет.

ORCID 0000-0003-0650-0252; d.s.gromova@samsmu.ru

Вклад автора: разработка исследования и анализ данных.

Павленко Снежанна Ивановна

Канд. биол. наук, доцент, доцент кафедры физиологии с курсом безопасности жизнедеятельности и медицины катастроф, Самарский государственный медицинский университет; доцент кафедры физиологии человека и животных, Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва.

ORCID 0000-0001-5506-5328; pavlenko.snezhanna@mail.ru

Вклад автора: общая концепция выполнения работы.

Макарова-Горбачёва Екатерина Валерьевна

Заведующий рентгенодиагностическим отделением, Клиники Медицинского университета «Реавиз».

ORCID 0000-0002-8055-1958

Вклад автора: написание текста работы.

Иващенко Антон Владимирович

Доктор технических наук, профессор, директор Передовой медицинской инженерной школы, Самарский государственный медицинский университет.

ORCID 0000-0001-7766-3011

Вклад автора: написание текста работы.

Author's reference

Olga N. Pavlova

Dr. Sci. (Biol.), Associate Professor, Head of the Department of Physiology with the course of Life Safety and Disaster Medicine, Samara State Medical University.

ORCID 0000-0002-8055-1958

Author's contribution: concept development.

Aleksandr I. Budaev

Assistant of the Department of Physiology with the course of Life Safety and Disaster Medicine, Samara State Medical University.

ORCID 0000-0002-3729-0430; a.i.budaev@samsmu.ru

Author's contribution: formulation of conclusions.

Dar'ya S. Gromova

Lecturer of the Department of General and Molecular Biology, Samara State Medical University.

ORCID 0000-0003-0650-0252; d.s.gromova@samsmu.ru

Author's contribution: study design and data analysis.

Snezhanna I. Pavlenko Cand. Sci. (Biol.), Docent, Associate Professor of the Department of Physiology with the course of Life Safety and Disaster Medicine, Samara State Medical University.; associate Professor of the Department of Human and Animal Physiology, Samara National Research University named after Academician S.P. Korolev

ORCID 0000-0001-5506-5328; pavlenko.snezhanna@mail.ru

Author's contribution: general concept of work performance.

Ekaterina V. Makarova-Gorbacheva

Head of the X-ray diagnostic department, Clinic of the Medical University "Reaviz".

ORCID 0000-0002-8055-1958

Author's contribution: writing the text of the work.

Anton Vladimirovich Ivashchenko

Doctor of Technical Sciences, Professor, Director of the Advanced Medical Engineering School Samara State Medical University.

ORCID 0000-0001-7766-3011

Author's contribution: writing the text of the work.

КЛИНИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА

CLINICAL MEDICINE

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ
<https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2024.1.CLIN.1>

ORIGINAL ARTICLE
УДК 616.72-001.52-089.844

СРЕДНЕСРОЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ЛЕЧЕНИЯ ПЕРИПРОТЕЗНОЙ ИНФЕКЦИИ КОЛЕННОГО СУСТАВА С ПРИМЕНЕНИЕМ СПЕЙСЕРА С КОМБИНИРОВАННЫМ УГЛЕРОДНО-СЕРЕБРЯНЫМ АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫМ ПОКРЫТИЕМ

Л.И. Малюченко¹, Н.С. Николаев^{1,2}, В.Ю. Емельянов^{1,2}

¹Федеральный центр травматологии, ортопедии и эндопротезирования, ул. Федора Гладкова, д. 33, г. Чебоксары, 428020, Россия

²Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова, Московский пр-т, д. 15, г. Чебоксары, 428015, Россия

Резюме. *Актуальность.* Одной из самых распространённых операций при патологии коленного сустава является тотальное эндопротезирование. Перипротезная инфекция (ППИ) является серьёзным осложнением эндопротезирования сустава. *Цель исследования:* оценить среднесрочные клинические результаты применения спейсеров с покрытием линейно-цепочечным углеродом, легированным ионами серебра (ЛУП-Ag+) для лечения ППИ. *Объект и методы.* Оценка среднесрочных клинических результатов проводилась с помощью тестов функциональной и клинических шкал KSS, визуально-аналоговой шкалы боли (ВАШ), EQVAS, EQ-5D-5L через 2 года после операции у 31 пациента со спейсерами, покрытыми ЛУП-Ag+, и сравнивалась с результатами 31 пациента контрольной группы. *Результаты.* Среднесрочные результаты были статистически лучше в группе ЛУП-Ag+ по сравнению с контролем: по результатам клинической KSS – 90 и 69 баллов ($p = 0,002$) и функциональной KSS – 75,5 и 65 баллов ($p = 0,005$), ВАШ – 1,6 и 4,2 балла ($p < 0,001$), EQVAS – 95 и 72,5 балла ($p < 0,001$), EQ-5D-5L – 0,84 и 0,59 балла ($p = 0,008$) соответственно. *Выводы.* Комбинированное покрытие ЛУП-Ag+ позволяет улучшить среднесрочные результаты лечения ППИ коленного сустава.

Ключевые слова: перипротезная инфекция, ревизионное эндопротезирование, микробные биопленки, антибиотикорезистентность, антибактериальные покрытия.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование проводилось без спонсорской поддержки.

Соответствие нормам этики. Авторы подтверждают, что соблюдены права людей, принимавших участие в исследовании, включая получение информированного согласия в тех случаях, когда оно необходимо.

Для цитирования: Малюченко Л.И., Николаев Н.С., Емельянов В.Ю. Среднесрочные результаты лечения перипротезной инфекции коленного сустава с применением спейсера с комбинированным углеродно-серебряным антибактериальным покрытием. *Вестник медицинского института «РЕАВИЗ». Реабилитация, Врач и Здоровье.* 2024;14(1):47-54. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2024.1.CLIN.1>

TREATMENT OF PERIPROSTHETIC KNEE JOINT INFECTION USING A SPACER WITH A MIXED CARBON-SILVER ANTIBACTERIAL COATING IN THE MEDIUM TERM

Leonid I. Malyuchenko¹, Nikolay S. Nikolaev^{1,2}, Vladimir Yu. Emel'yanov^{1,2}

¹Federal Center of Traumatology, Orthopedics and Endoprosthesis, 33, Fedora Gladkova str., Cheboksary, 428020, Russia

²I.N. Ulyanov Chuvash State University, 15, Moskovsky Ave., Cheboksary, 428015, Russia

Abstract. *Relevance.* Total endoprosthesis is one of the most common operations for knee pathology. A major complication of joint replacement surgery is periprosthetic infection (PPI). In this work, we looked at the mid-term clinical outcomes of using spacers coated with linear chain carbon doped with silver ions (LC-Ag+) to treat PJI. *Object and methods.* The mid-term clinical results of 31 patients with LUP-Ag+ coated spacers were compared to 31 control patients groups utilizing tests of the functional and clinical scales KSS, visual analogue pain scale (VAS), EQVAS, and EQ-5D-5L 2 years following surgery. *Results.* According to the clinical questionnaire, the LC-Ag+ group's mid-term outcomes were statistically better than the control group's for clinical KSS 90 vs. 69 points ($p = 0.002$) and functional KSS – 75.5 vs. 65 points ($p = 0.005$), VAS – 1.6 vs. 4.2 points ($p < 0.001$), EQVAS – 95 vs. 72.5 points ($p < 0.001$), EQ-5D-5L – 0.84 vs. 0.59 points ($p = 0.008$), respectively. *Conclusions.* The combination LC-Ag+ coating increases the mid-term effects of PPI treatment.

Keywords: periprosthetic infection, revision knee replacement, microbial biofilms, antibiotic resistance, antibacterial coatings.

Competing interests. The authors declare no competing interests.

Funding. This research received no external funding.

Compliance with ethical principles. The authors confirm that they respect the rights of the people participated in the study, including obtaining informed consent when it is necessary.

Cite as: Malyuchenko L.I., Nikolaev N.S., Emel'yanov V.Yu. Treatment of periprosthetic knee joint infection using a spacer with a mixed carbon-silver antibacterial coating in the medium term. *Bulletin of the Medical Institute "REAVIZ". Rehabilitation, Doctor and Health.* 2024;14(1):47-54. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2024.1.CLIN.1>

Введение

Тотальное эндопротезирование коленного сустава (ТЭКС) стало стандартом лечения пациентов с терминальной стадией дегенеративной патологии коленного сустава (КС) [1]. Ежегодно мы наблюдаем рост количества оперативных вмешательств по ТЭКС по всему миру, по прогнозам экспертов общее количество выполненного первичного протезирования вырастет на 176% и к 2040 г. составит 1,22 млн операций в год [2].

С увеличением числа операций растёт и количество осложнений после ТЭКС. Нескорректированный риск развития перипротезной инфекции (ППИ) после первичного ТЭКС составляет 0,74% и 1,38% после 1 года и 5 лет соответственно [3], а риск рецидива инфекции увеличивается до 30% в сложных случаях после ревизионных операций на КС [4-5]. Таким образом, в среднесрочном периоде происходит увеличение количества ППИ почти в два раза. В настоящее время золотым стандартом лечения хронической ППИ коленного сустава является двухэтапное ревизионное эндопротезирование [6].

В концепции двухэтапного эндопротезирования любые оставшиеся после первого этапа бактерии должны быть полностью удалены механически и антибиотикотерапией. Для этого используется дебридмент и лаваж коленного сустава, дополненная системная терапия и использование спейсеров с цементом, содержащих депо антибиотиков и оказывающих местное антибактериальное действие. Первичный имплантат при ТЭКС заменяется на временный спейсер. Без создания длительно существующего депо антибиотика спейсер становится инородным телом, которое может повторно колонизироваться бактериями с образованием биопленок. Цемент с местными антибактериальными агентами способен создавать локальную терапевтическую концентрацию антибиотика, которая может сохраняться в тканях от 2 до 6 недель и обеспечивать среднесрочную и долгосрочную защиту от инфекции. Кроме того, необходимо предотвращать формирование биопленок, в которых бактерии обладают резистентностью к антибиотикам [7-9]. Данную проблему успешно решает дополнительная модификация покрытия поверхности спейсеров галогенами и металлами с антимикробной активностью, которые способны оказывать длительное антибактериальное действие и предотвращать формирование биопленок [10]. Учитывая недостатки покрытия имплантатов чистыми металлами, такие как недостаточная прочность и токсичность, всё большую популярность приобретают различные композиционные покрытия с металлами. У микроорганизмов, как правило, отсутствует резистентность к биокomпозитным материалам. Поэтому использование композиционных материалов с анти-

бактериальными свойствами для покрытия имплантатов при протезировании является перспективным направлением в лечении и профилактике инфекционных осложнений при ТЭКС [11-13].

Пожалуй, самым популярным антибактериальным покрытием эндопротезов является серебро, которое применяется как при первичной артропластике, так и в покрытии спейсеров, используемых для лечения перипротезной инфекции [14, 15]. Тапальский Д.В. с соавт. (2019) показал высокую антибактериальную активность и хорошие краткосрочные клинические результаты при использовании титановых металлоконструкций с композиционным покрытием углерода и серебра для остеосинтеза [16]. Поэтому целью нашего исследования была оценка среднесрочных клинических результатов при применении композиционного покрытия на основе двумерно упорядоченного линейно-цепочечного углерода и серебра на спейсерах при лечении перипротезной инфекции после ТЭКС.

Объект и методы

Синтез двумерно упорядоченного линейно-цепочечного углеродного покрытия, легированного азотом и ионами серебра (ЛУП-Ag+), проводился на базе лаборатории ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова» методом термического испарения и ионным распылением углерода и серебра в виде ионов Ag+ в потоке ионов аргона с их конденсацией на поверхности титановых имплантатов и формированием пленки ЛУП-Ag+ по методике, описанной ранее [17]. Верификация полученной поверхности осуществлялась с помощью Рамановской спектроскопии (HoribaYobinYvonT64000).

Предварительно были проведены доклинические исследования биологической совместимости и антибактериальной активности, а также устойчивости к механическим воздействиям получаемых покрытий ЛУП-Ag+. Для этого использовались титановые пластины размером 50×50×0,5 мм с нанесённым покрытием ЛУП-Ag+ для исследования антибактериальной активности и устойчивости к механическим воздействиям и 2,5×50×0,5 мм с нанесённым покрытием ЛУП-Ag+ для определения антибиопленочной активности соответственно, и титановые пластины без нанесения углеродного покрытия в качестве контроля.

Антибактериальную активность и дистанцию ингибирования роста микроорганизмов высвобождающимся серебром проводили с помощью двухслойного агарового метода. Предварительно титановые пластины с покрытием ЛУП-Ag+ промывали в дистиллированной воде 15 мин при комнатной температуре, затем стерилизовали сухим горячим воздухом температурой 160 °С в течение 60 мин.

Затем пластины остужали до комнатной температуры и помещали на поверхность застывшего в 90-мм полистироловых чашках Петри агара Мюллера-Хинтона (Mueller Hinton II Agar, BD BBL, США). После этого сверху дополнительно, равномерным вторым слоем покрывая титановую пластину, добавляли агар Мюллера-Хинтона в объёме 8,3 мл; 14,6 мл и 27,6 мл, что, в итоге, при застывании приводило к формированию слоя агара над пластиной толщиной 1, 2 и 4 мм соответственно. Предварительно выращенную на питательном агаре (Nutrient Agar, M001, Hi Media, Индия) суспензию инокулята *P. aeruginosa* (ATCC 27853) в изотоническом растворе хлорида натрия с оптической плотностью 0,5 по Мак-Фарланд (приблизительно 10^7 - 10^8 КОЕ/мл) наносили в виде мазка на всю поверхность приготовленной культуры агара с пластинами и инкубировали при 35 °C в течение 18 часов, после чего оценивалось наличие и интенсивность роста микроорганизмов.

Непосредственную контактную антибактериальную активность поверхности оценивали с помощью индустриального стандарта JIS Z2801: 2010 и ISO 22196. Для этого отмытые, высушенные и стерилизованные титановые пластины с покрытием ЛУП-Ag+ и без помещали в 90-мм стерильные стеклянные чашках Петри, на которые наносили 0,4 мл инокулята с оптической плотностью 0,5 по Мак-Фарланд (приблизительно 10^7 КОЕ/мл) культуры *S. aureus* (ATCC 25923), или *E. faecalis* (ATCC 29212) или антибиотикорезистентный изолят *P. aeruginosa* (P-142, Минск), выделенный от пациента с посттравматическим остеомиелитом, накрывали куском стерильной пленки и инкубировали при 35 °C в течение 24 часов. Далее инокулят с поверхности пластин смывался в 10 мл среды, содержащие соево-казеиновый гидролизат, лецитин и полисорбат (SCDLP), проводили 10-кратное серийное разведение полученного раствора и посев на чашки Петри с агаром для подсчёта жизнеспособных бактерий. Планшеты инкубировались при 35 °C в течение 48 часов, после чего подсчитывались КОЕ (колониеобразующие единицы) в образце и контроле.

Бактерицидную активность исследуемого материала определяли путём оценки снижения количества бактериальных клеток в каждой чашке по формуле:

$$N = ((C1 + C2 + C3) \cdot D) / 3,$$

где N – среднее количество микробных клеток для серии образца, C1, C2, C3 – количество колоний на чашке для каждого из образцов в серии, D – фактор разведения.

Уровень антимикробной активности для опытных образцов рассчитывался по формуле:

$$R = \log(N_K / N_T),$$

где R – уровень антимикробной активности, N_K – среднее количество микробных клеток для серии контрольных образцов, N_T – среднее количество микробных клеток для серии опытных образцов.

Индекс бактерицидности рассчитывался по формуле:

$$I = ((N_K - N_T) / N_K) \times 100\%,$$

где I – индекс бактерицидности, N_K – среднее количество микробных клеток для серии контрольных образцов, N_T – среднее количество микробных клеток для серии опытных образцов.

Определение устойчивости антибактериальных покрытий к механическим воздействиям выполняли путем отмытки пластин 100 мл в дистиллированной воде в присутствии 15-20 г абразива (наполнитель для галтовки ОТЕС Н0/050, ОТЕС, Германия) в орбитальном шейкере-инкубаторе ES-20 (BioSan, Латвия) при 150 об./мин при температуре 35 °C в течение 96 часов. После этого пластины стерилизовали сухим горячим воздухом температурой 160 °C в течение 60 мин и определяли бактерицидную активность поверхности по стандартам JIS Z2801: 2010 и ISO 22196.

Оценку защитного эффекта ЛУП-Ag+ в отношении формирования микробных биоплёнок проводили с использованием клинических изолятов с множественной антибиотикорезистентностью *S. aureus* (43431 и 43520, Санкт-Петербург) и *P. aeruginosa* (P-142, Минск) с высокой способностью к формированию биоплёнок, выделенных от пациентов с инфекциями костной ткани. Титановые пластины с ЛУП-Ag+ и без покрытия помещали в стеклянные центрифужные пробирки и проводили стерилизацию воздушным методом при 160 °C в течение 60 мин. Далее в пробирки добавляли 10 мл триптон-соевого бульона (Tryptic Soy Broth, BD BBL, США) и 50 мкл суспензии микроорганизмов с оптической плотностью 0,5 по Мак-Фарланду (приблизительно 10^5 КОЕ/мл) и культивировали в шейкере-инкубаторе при 100 об./мин и 35 °C в течение 24 часов. По истечении времени пластины вынимались из пробирок, промывались дистиллированной водой, высушивались в термостате и окрашивались 0,1% раствором кристаллического фиолетового, после чего производилась оценка площади окрашенных биопленок на пластинах в % при увеличении $\times 100$ с помощью программы Image J 1.54d. Кроме того, производилась экстракция красителя с биопленок путём помещения пластин в 10 мл 96% этанола на 24 часа при 44 °C для определения массы красителя и, следовательно, биоплёнок. У полученного окрашенного раствора определяли оптическую плотность на микропланшетном ридере Infinite M200 (TECAN, Швейцария) при длине волны 540 нм, которую сравнивали с плотностью стан-

дартно разведённого кристаллического фиолетового, и рассчитывали массу биоплёнок по формуле:

$$m = (V \cdot (C_1 + C_2 + C_3 - F_1 - F_2 - F_3)) / 3,$$

где m – масса кристаллического фиолетового, поглощённого биопленкой, мкг; V – объём отмывочного раствора, мл; C_1 , C_2 и C_3 – концентрации красителя в отмывочных растворах серии опытных образцов, мкг/мл; F_1 , F_2 и F_3 – концентрации красителя в отмывочных растворах серии контрольных образцов, мкг/мл.

Изучение биологической совместимости ЛУП-Ag+ покрытий проводилось с использованием культуры клеток человека линии HaCAT (кератиноциты) и первичной культуры клеток кожи крыс линии Wistar. После разморозки HaCAT-клетки культивировали в стерильных полипропиленовых флаконах 15 мл, с 10 мл в среде для культивирования, состоящей из DMEM/F-12 (11039 GIBCO); пенициллина 100 Ед/мл, стрептомицина 100 мкг/мл, амфотерицина в 0,25 мкг/мл и 10% инактивированной эмбриональной телячьей сыворотке (Hi Clone Inc) в инкубаторе при 37 °C, 5% CO₂ и 90% влажности воздуха. Первичную культуру фибробластов кожи выделяли из спинных участков кожи крыс методом первичных эксплантов. Фибробласты культивировали в среде для культивирования, состоящей из DMEM/F-12 (11039 GIBCO); пенициллина 100 Ед/мл; стрептомицина 100 мкг/мл; амфотерицина в 0,25 мкг/мл и 10% инактивированной эмбриональной телячьей сыворотке (Hi Clone Inc) в инкубаторе при 37 °C, 5% CO₂ и 90% влажности воздуха. При достижении 70% конfluence проводился пассаж клеток с использованием 0,05% раствора трипсина в 0,5 мм ЭДТА, коэффициент разведения при пассаже брался 1:5, всего проводилось 5–7 пассажей.

При получении необходимого количества клеток они трипсинизировались, пересеивались в 6-луночные полистироловые планшеты (TissueculturePlate 6-WellFlatBottomCell+, Sarstedt, Германия), покрытые или не покрытые ЛУП-Ag+, по 350 тысяч клеток на ячейку, и помещались в инкубатор при 37 °C, 5% CO₂ и 90% влажности воздуха. Для каждого типа покрытий использовалось 3 лунки. Планшеты с покрытиями перед проведением исследований дополнительно стерилизовались этиленоксидным методом. Через 24 часа оценивали морфологию клеток и структуру монослоя с использованием инвертированного микроскопа Leica DM IL (Leica Microsystems, Германия) при увеличении $\times 150$.

Открытое проспективное когортное клиническое исследование проводилось в 2017–2021 гг. на 62 пациентах с ППИ коленного сустава в ФГБУ «Федеральный центр травматологии, ортопедии и эндопротезирования» Минздрава России (г. Чебоксары). В исследовании участвовало 39 (53%) женщин и 23 (47%) мужчины, разделённых поровну на основ-

ную и контрольную группы. Диагностика инфекции осуществлялась согласно критериям EBJIS [18]. В основной группе пациентов с ППИ использовался спейсер с покрытием ЛУП-Ag+ КС (доля мужчин составляла 38,7%, женщин – 61,3%, средний возраст – 64,9 $\pm$ 6,4 года), в контрольной группе использовался обычный стандартный спейсер без напыления (доля мужчин – 35,5%, женщин – 64,5%, средний возраст – 67,5 $\pm$ 8,1 года). Лечение ППИ проходило методом двухэтапного эндопротезирования. Цель первого этапа – санация сустава с использованием спейсера в сочетании с механической обработкой патологических тканей. На втором этапе после купирования инфекции и оценки клинко-лабораторных показателей производилась установка постоянного эндопротеза. Все пациенты получали этиотропную антибиотикотерапию. Интервал между двумя этапами реэндопротезирования составлял 81,0 $\pm$ 37,0 дня.

В ходе исследования проводилась сравнительная оценка выраженности болевого синдрома, качества жизни и функции суставов (на основе оценочных шкал) и лабораторных показателей: уровня С-реактивного белка (СРБ), скорости оседания эритроцитов (СОЭ), Д-димера, прокальцитонина, пресепсина, содержания нейтрофилов и цитоз пункциата до и после лечения. Оценка результатов лечения проводилась непосредственно до первого этапа операции, до второго этапа (примерно через 3 месяца после первой операции), а функциональные результаты – дополнительно в среднесрочном периоде через 2 года после второго этапа лечения. Пациенты были разделены на основную и контрольную группы: к основной группе отнесены пациенты с ППИ, которым установлен артикулирующий спейсер с двумерно упорядоченным линейно-цепочечным углеродом, легированным серебром; к группе контроля, где использовался традиционный артикулирующий спейсер с антибиотиками.

Для оценки функциональных результатов до первого этапа, второго этапа и в среднесрочном периоде через 2 года после второго этапа использовалась оценочная шкала общества коленного сустава клинических и функциональных показателей-Clinical and Function Knee Society Score (клиническая KSS, функциональная KSS), визуально-аналоговая шкала боли (VAS боль). Европейский опросник оценки качества жизни 5D-5L и визуально-аналоговой шкалы – European Quality of Life Questionnaire (EQ-5D-5L, EQVAS) применялись только после лечения в краткосрочном периоде, поскольку исходные предоперационные показатели качества жизни не отличались и были на низком уровне.

Статистический анализ. При правильном распределении данные приводили как среднее арифметическое, а также нижнюю и верхнюю границы доверительного интервала (ДИ 95%), достовер-

ность отличий между группами оценивалась с помощью критерия Манна-Уитни, данных в динамике – по критерию Вилкоксона. Значение $p < 0,05$ принималось как статистически значимое. Вероятность влияния покрытия ЛУП-Ag+ на возникновение инфекции рассчитывалась с помощью критерия Хи-квадрат (χ^2) Пирсона.

Результаты

По результатам Рамановской спектроскопии определялись широкая полоса в области 1450-1700 см⁻¹, характерная для sp² связей линейно-цепочечного углеродного покрытия. Оценка антибактериальной активности двухслойным агаровым методом показала отсутствие роста *P.aeruginosa* в образце с толщиной агара 1 мм только над поверхностью пластины. Поверхность ЛУП-Ag+ показала контактную антибактериальную активность *S.aureus*, *E.faecalis* и *P.aeruginosa* со значениями R и I (%): 1,88% и 98,7%, 2,01% и 99,0%, 1,88% и 98,9% соответственно. После механического воздействия абразива показатели R и I (%) сохранялись для *S.aureus*, *E.faecalis* и *P.aeruginosa* на уровне 1,80% и 98,4%, 1,89% и 98,7%, 1,78% и 98,3% соответственно. Применение ЛУП-Ag+ снижало площадь формирования биопленок *P.aeruginosa* с 10,4% до 0%, а также массу красителя, сорбированного биопленкой, с 2,75 мкг/см² до 0,06 мкг/см² – также, как и *S.aureus* – с 5,2% до 0%. При тестировании биологической совместимости *in vitro* фибробласты и кератиноциты одинаково хорошо прикреплялись к пластиковой поверхности планшета с покрытием ЛУП-Ag+ и без него с конfluence-клеток 80-90% для фибробластов и 90-100% для HaCaT-клеток, при подсчете количества HaCaT-клеток или фибробластов на единицу

площади не было выявлено статистически значимых различий.

Результаты исходных лабораторных показателей пациентов представлены в таблицах 1 и 2.

По исходным лабораторным показателям крови перед первым и вторым этапом лечения СРБ был меньше в опытной группе – 0,035 (0,02-0,076) и 190 (174-190) по сравнению с контрольной группой – 0,04 (0,020-0,064) и 200 (200-205) соответственно. Содержание пресепсина было также меньше в опытной группе перед первым и вторым этапом лечения ППИ (табл. 1). В группах лечения были сопоставимы и лабораторные показатели состава пунктата сустава (табл. 2).

Частота рецидивов после первого этапа составила в группе ЛУП-Ag+ 3,1% (1 из 31) против 16,1% (5 из 31) в контрольной группе ($\chi^2 = 2,96$, $p = 0,086$). Частота рецидивов после второго этапа составила в экспериментальной группе 0% (0 из 30) против 15,2% (3 из 26) в группе контроля, $\chi^2 = 3,66$, $p = 0,056$. Всего в группе ЛУП-Ag+ рецидив ППИ после первого и второго этапов ревизионного эндопротезирования зарегистрирован у 1 пациента (3,1%), в контрольной группе – у 8 пациентов (25,8%), ($\chi^2 = 6,37$, $p = 0,012$).

Посев был положительным у 51 из 62 пациентов, у одного пациента высеяно 3 возбудителя: *S.aureus*, *P.aeruginosa*; *E.faecalis*. Основным высеваемым микроорганизмом был *S.aureus* – 17 (33,3%), коагулазо-негативный *Staphylococcus* – 15 (29,4%), *Streptococcus* 8 (15,7%), *E.faecalis* – 4 (7,8%), *S.epidermidis* – 4 (7,8%), грамотрицательные бактерии – 5 (9,8%) (табл. 3).

Таблица 1. Показатели общего анализа крови в группах с ППИ КС

Table 1. Indicators of the general blood test in groups with periprosthetic knee joint infection

Показатель, единицы измерения		О (n = 31), среднее (ДИ 95%)	К (n = 31), среднее (ДИ 95%)	p O vs K*
Лейкоциты, ×10 ⁹ /л	I	7,95 (6,75-10,35)	8,5 (6,61-10,43)	0,894
	II	6,48 (5,99-7,51)	6,78 (5,67-7,72)	0,663
СОЭ*, мм/ч	I	55 (34-75)	50 (30-75)	0,757
	II	24 (15-32)	23 (15-35)	0,853
Гемоглобин, г/л	I	117 (111-129)	119 (110-131)	0,949
	II	123 (117-129)	117 (111-132)	0,139
Эритроциты, ×10 ¹² /л	I	4,22 (3,91-4,7)	4,39 (4,1-4,73)	0,159
	II	4,42 (4,04-4,82)	4,27 (4,16-4,63)	0,443
Тромбоциты, ×10 ⁹ /л	I	300 (275-431)	365 (297-446)	0,128
	II	276 (249-322)	259 (212-339)	0,544
СРБ*, мг/л	I	40,9 (8,3-114)	50,15 (20,8-89,2)	0,639
	II	4,7 (3,9-8,2)	6,5 (4,5-16,0)	0,047*
Прокальцитониннг/мл	I	0,04 (0,02-0,076)	0,04 (0,020-0,064)	0,587
	II	0,02 (0,02-0,03)	0,023 (0,02-0,034)	0,252
Пресепсин, пг/мл	I	300 (242-300)	319 (298-450)	0,024*
	II	190 (174-190)	200 (200-205)	< 0,001*

Примечание: перед первым этапом – I, перед вторым этапом – II. Основная группа – О, Контрольная группа – К, с-реактивный белок, (СРБ), скорость оседания эритроцитов (СОЭ). Сравнение опытной и контрольной группы – О vs К. * – достоверность различий $p < 0,05$.

Таблица 2. Показатели воспаления в пунктатах коленного сустава
Table 2. Indicators of inflammation in knee joint punctates

Показатель, единицы измерения		О (n = 31), среднее (ДИ 95%)	К (n = 31), среднее (ДИ 95%)	p О vs К*
Цитоз, кл ×103/л	I	15000 (4500-50000)	15625 (6270-43750)	0,816
	II	160 (65-350)	250 (90-625)	0,035*
Нейтрофилы, %	I	91 (82-96)	91 (88-95)	0,848
	II	12 (12-38)	12 (12-78)	0,251
Лимфоциты, %	I	5 (2-14)	5 (3-8)	0,508
	II	78 (52-78)	78 (17-78)	0,251
Моноциты, %	I	3 (2-5)	3 (2-5)	0,997
	II	10 (10-10)	10 (5-10)	0,089

Примечание: перед первым этапом – I, перед вторым этапом – II. Основная группа – О, Контрольная группа – К. Сравнение основной и контрольной группы – О vs К. * – достоверность различия $p < 0,05$.

Таблица 3. Микроорганизмы, высеваемые из пунктата КС при ППИ
Table 3. Microorganisms seeded from the knee joint punctate in periprosthetic infection

Микроорганизм	Количество наблюдений, n (%)
Нет роста	11
Streptococcus	8 (15,7%)
Enterococcus	4 (7,8%)
Staphylococcus aureus	17 (33,3%)
Коагулазо-негативные Staphylococci	15 (29,4%)
Staphylococcus epidermidis	4 (7,8%)
Грамотрицательные бактерии	5 (9,8%)

Функциональные результаты клинической KSS, функциональной KSS и VAS боли были лучше уже перед вторым этапом в опытной группе по сравнению с контрольной: 50 (37-50) в сравнении с 45 (31-45); 35 (35-45) в сравнении с 35 (35-35) и 5,2 (4,2-6,2) в сравнении с 6,0 (4,3-7,7) соответственно; с большей достоверной разницей через 2 года после операции: 90 (74-95) в сравнении с 69,5 (30-84); 75 (71-95) в сравнении с 65 (47-83) и 1,6 (0,6-2,6) в сравнении с 4,2 (1,3-7,1) балла соответственно (табл. 4).

В среднесрочном послеоперационном периоде показатели EQ VAS и EQ-5D-5L были также достоверно лучше в опытной группе: 95 (90-95) в сравнении с 72,5 (50-90), 0,84 (0,67-1) в сравнении с 0,59 (0,29-0,89) соответственно (табл. 5).

Таблица 4. Функциональное состояние КС в динамике в группах исследования
Table 4. Functional state of the knee joint in dynamics in the study groups

Показатель, единицы измерения		О (n = 31), среднее (ДИ 95%)	К (n = 31), среднее (ДИ 95%)	О vs К*, P
Клиническая KSS, баллы	I	32 (32-35)	32 (32-35)	0,946
	II	50 (37-50)	45 (31-45)	0,046*
	III	90 (74-95)	69,5 (30-84)	0,002*
Функциональная KSS, баллы	I	30 (30-30)	30 (0-30)	0,966
	II	35 (35-45)	35 (35-35)	0,047*
	III	75 (71-95)	65 (47-83)	0,005*
ВАШ боль, балл	I	8,8 (7,9-9,7)	9,1 (7,6-10)	0,556
	II	5,2 (4,2-6,2)	6,0 (4,3-7,7)	0,080
	III	1,6 (0,6-2,6)	4,2 (1,3-7,1)	< 0,001*

Примечание: перед первым этапом – I, перед вторым этапом – II, Через 2 года после II этапа – III. Основная группа – О, Контрольная группа – К. Сравнение основной и контрольной группы – О vs К. * – достоверность различия $p < 0,05$.

Таблица 5. Функциональное состояние КС через 2 года после второго этапа лечения
Table 5. Functional state of the knee joint 2 years after the second stage of treatment

Показатель, единицы измерения	О (n = 31), среднее (ДИ 95%)	К (n = 31), среднее (ДИ 95%)	О vs К*, P
EQVAS, баллы	95 (90-95)	72,5 (50-90)	< 0,001*
EQ-5D-5L, баллы	0,84 (0,67-1)	0,59 (0,29-0,89)	0,008*

Примечание: основная группа – О, контрольная группа – К. Сравнение основной и контрольной группы – О vs К. * – достоверность различия $p < 0,05$.

Обсуждение

В литературе имеется большое количество данных об эффективности применения серебряных покрытий при первичном протезировании для профилактики ППИ, но мало данных об использовании такого покрытия для лечения перипротезной ин-

фекции [19]. Сообщалось о хорошей эффективности покрытия серебром систем для интрамедуллярного артродеза для лечения ППИ [20]. Наиболее частым побочным эффектом серебряных антибактериальных покрытий протезов была аргирия [21]. Причём в большинстве случаев было отмечено отсутствие

системной артрии при высокой частоте локальной артрии [22]. Такой локальный эффект также может является дополнительным фактором, влияющим на долгосрочные функциональные результаты, что требует дополнительных исследований для подтверждения. Серебро из нашего комбинированного покрытия ЛУП-Ag+, как было показано, содержит оптимальную концентрацию, высвобождается локально только в бактерицидных концентрациях и поэтому не приводит к аргинозу [16].

Наше исследование показало улучшение среднесрочных функциональных результатов лечения ППИ КС при дополнительном применении покрытия протезов серебром в виде комплексного соединения ЛУП-Ag+. Отсутствие статистической значимости различий функциональных результатов после первого этапа можно объяснить малым количеством наблюдений. Частота рецидивов при этом была сравнима с литературными данными, где после первого и второго этапа частота варьировалась от 11,2-16,2% и 12,8-23% соответственно [23-25]. Однако после второго этапа даже при небольшом количестве наблюдений отмечалось статистически значимое улучшение функциональных результатов, что может указывать на значимость не только антибактериальных эффектов серебра, но и биосовместимости покрытия имплантатов для более успешного лечения ППИ, меньшую иммунологическую реактивность к инородному телу. Использование нашего комбинированного серебряного покрытия

на имплантатах для бесцементной фиксации позволит уменьшить бактериальную адгезию и увеличить остеокондуктивность, поскольку ЛУП-Ag+ покрытие дополнительно обладает биосовместимыми свойствами [26]. Кроме того, благодаря антибактериальному действию серебра происходит более полная элиминация возбудителя, на что указывают низкие значения уровня цитокаина синовиальной жидкости, СРБ и пресепсина в основной группе, что также может влиять на среднесрочные функциональные результаты, качество жизни по опросникам EQ VAS, EQ-5D-5L, более низкий болевой синдром по ВАШ, лучшие показатели клинической и функциональной KSS. Уровень С-реактивного белка и лейкоцитов крови при применении ЛУП-Ag+ был сравним с результатами применения чистого серебряного напыления другими исследователями [27].

Выводы

Высокая антибиоплёночная активность ЛУП-Ag+ покрытия, показанная в доклинических исследованиях, полностью подтверждается в клиническом исследовании со статистически значимо хорошими результатами вплоть до среднесрочного периода наблюдения. Использование комбинированного покрытия ЛУП-Ag+ позволяет не только предотвратить повторную колонизацию имплантатов микроорганизмами и ППИ, но, возможно, за счёт лучшей биосовместимости достигнуть более значимых функциональных результатов.

Литература [References]

- Karachalios T, Komnos GA. Individualized surgery in primary total knee arthroplasty. *EFORT Open Rev.* 2020;5(10):663-671. Published 2020 Oct 26.
- Shichman I, Roof M, Askew N, Nherera L, Rozell JC, Seyler TM, et al. Projections and Epidemiology of Primary Hip and Knee Arthroplasty in Medicare Patients to 2040-2060. *JB JS Open Access.* 2023 Feb 28;8(1):e22.00112.
- Kurtz SM, Lau EC, Son MS, Chang ET, Zimmerli W, Parvizi J. Are we winning or losing the battle with periprosthetic joint infection: trends in periprosthetic joint infection and mortality risk for the medicare population. *J Arthroplasty.* 2018;33(10):3238-45. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2018.05.042>
- Lee SS, Kim IS, Moon YW. Clinical Outcomes and Infection Rates Following Revision Total Knee Arthroplasty: Aseptic Failure versus Septic Failure. *Clin Orthop Surg.* 2023 Aug;15 (4):574-580.
- Theil C, Schneider KN, Gosheger G, Schmidt-Braekling T, Ackmann T et al. Revision TKA with a distal femoral replacement is at high risk of reinfection after two-stage exchange for periprosthetic knee joint infection. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2022;30(3):899-906. <https://doi.org/10.1007/s00167-021-06474-2>.
- Karachalios T, Komnos GA. Management strategies for prosthetic joint infection: long-term infection control rates, overall survival rates, functional and quality of life outcomes. *EFORT Open Rev.* 2021 Sep 14;6(9):727-734.
- Hsieh PH, Chang YH, Chen SH, Ueng SW, Shih CH. High concentration and bioactivity of vancomycin and aztreonam eluted from Simplex cement spacers in two-stage revision of infected hip implants: a study of 46 patients at an average follow-up of 107 days. *J Orthop Res.* 2006;24(8):1615-21. <https://doi.org/10.1002/jor.20214>
- Steadman W, Chapman PR, Schuetz M, Schmutz B, Trampuz A, Tetsworth K. Local Antibiotic Delivery Options in Prosthetic Joint Infection. *Antibiotics (Basel).* 2023 Apr 14;12(4):752.
- Anagnostakos K, Wilmes P, Schmitt E, Kelm J. Elution of gentamicin and vancomycin from polymethylmethacrylate beads and hip spacers in vivo. *Acta Orthop.* 2009;80(2):193-7.
- Fink B, Vogt S, Reinsch M, Büchner H. Sufficient release of antibiotic by a spacer 6 weeks after implantation in two-stage revision of infected hip prostheses. *Clin Orthop Relat Res.* 2011;469(11):3141-7.
- Тапальский Д.В., Осипов В.А., Сухая Г.Н., Ярмоленко М.А., Рогачев А.А., Рогачев А.В. Биосовместимые композиционные антибактериальные покрытия для защиты имплантатов от микробных био пленок. *Проблемы здоровья и экологии.* 2013;2(36):129-134. Tral'skiy D.V., Osipov V.A., Sukhaya G.N., Yarmolenko M.A., Rogachiov A.A., Rogachiov A.V. Biocompatible composite antibacterial coatings for protection of implants against microbial biofilms. *Health and Ecology Issues.* 2013;2(36):129-134. (In Russ).
- Хон В.Э., Загородний Н.В., Мамонов В.Е., Гласко Е.Н., Петракова Н.В., Шальнев и др. Исследование биосовместимости и антибактериальных свойств серебросодержащего трикальцийфосфата in vivo. *Вестник травматологии и ортопедии им Н.Н. Приорова.* 2014;21(3):56-61. Khon V.E., Zagorodniy N.V., Mamonov V.E., Glasko E.N., Petrakova N.V., Shal'nev et al. Study of Biocompatibility and Antibacterial Properties of Argentum-Tricalcium Phosphate In Vivo. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics.* 2014;21(3):56-61. (In Russ).

- 13 Kose N., Otuzbir A., Peksen C. et al. Silver ion-doped calcium phosphate-based ceramic nanopowder-coated prosthesis increased infection resistance. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 2013;471(8):2532-2539.
- 14 Балгазаров С.С., Рамазанов Ж.К., Абилов Р.С., Морошан А.В., Атеpileва А.М., Крикливый А.А. Применение имплантов с напылением меди и серебром при перипротезной инфекции коленного сустава. *Traumatology and Orthopaedics of Kazakhstan.* 2021;1:43-47. Balgazarov S.S., Ramazanov Z.K., Abilov R. S., Moroshan A.V., Atepileva A.M., Krikliiviy A.A. Copper and Silver Plated Implants for Periprosthetic Knee Infection. *Traumatology and Orthopaedics of Kazakhstan.* 2021;1:43-47. (In Russ).
- 15 Fiore M, Sambri A, Zucchini R, Giannini C, Donati DM, De Paolis M. Silver-coated megaprosthesis in prevention and treatment of peri-prosthetic infections: a systematic review and meta-analysis about efficacy and toxicity in primary and revision surgery. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2021;31(2):201-220.
- 16 Тапальский Д.В., Николаев Н.С., Овсянкин А.В., Кочаков В.Д., Головина Е.А., Матвеевков М.В. и др. Покрывтия на основе двумерно упорядоченного линейно-цепочечного углерода для защиты титановых имплантатов от микробной колонизации. *Травматология и ортопедия России.* 2019;25(2):111-120. Tapalski D.V., Nikolaev N.S., Ovsyankin A.V. et al. Coatings Based on Two-Dimensionally Ordered Linear Chain Carbon for Protection of Titanium Implants from Microbial Colonization. *Traumatology and Orthopedics of Russia.* 2019;25(2):111-120. (In Russ).
- 17 Николаев Н.С., Любимова Л.В., Пчелова Н.Н., Преображенская Е.В., Алексеева А.В. Использование имплантатов с покрытием на основе двумерно-упорядоченного линейно-цепочечного углерода, легированного серебром, для лечения перипротезной инфекции. *Травматология и ортопедия России.* 2019; 25(4):98-108. Nikolaev N.S., Lyubimova L.V., Pchelova N.N., et al. Treatment of Periprosthetic Infection with Silver-Doped Implants Based on Two-Dimensionally Ordered Linear Chain Carbon. *Traumatology and Orthopedics of Russia.* 2019; 25(4):98-108. (In Russ).
- 18 McNally M, Sousa R, Wouthuyzen-Bakker M et al. The EBJS definition of periprosthetic joint infection. *Bone Joint J.* 2021;103-B(1):18-25.
- 19 Fiore M, Sambri A, Zucchini R, Giannini C, Donati DM, De Paolis M. Silver-coated megaprosthesis in prevention and treatment of peri-prosthetic infections: a systematic review and meta-analysis about efficacy and toxicity in primary and revision surgery. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2021;31(2):201-220.
- 20 Alt V, Heiss C, Rupp M. Treatment of a Recurrent Periprosthetic Joint Infection with an Intramedullary Knee Arthrodesis System with Low-Amount Metallic Silver Coating. *J Bone Jt Infect.* 2019 Apr 20; 4(3):111-114.
- 21 Li H, Wang D, Zhang W et al. Potential side effects of antibacterial coatings in orthopaedic implants: A systematic review of clinical studies. *Front Bioeng Biotechnol.* 2023;11:1111386. Published 2023 Feb 9.
- 22 Wyatt MC, Foxall-Smith M, Robertson A, Beswick A, Kieser DC, Whitehouse MR. The use of silver coating in hip megaprotheses: a systematic review. *HIP International.* 2019;29(1):7-20.
- 23 Павлов В.В., Петрова Н.В., Шералиев Т.У. Среднесрочные результаты двухэтапного лечения перипротезной инфекции. *Травматология и ортопедия России.* 2019;25(4):109-116. Pavlov V.V., Petrova N.V., Sheraliev T.U. Two-Stage Treatment of Periprosthetic Infection: Mid-Term Results. *Traumatology and Orthopedics of Russia.* 2019;25(4):109-116. (In Russ).
- 24 Kildow BJ, Springer BD, Brown TS, Lyden ER, Fehring TK, Garvin KL. Long Term Results of Two-Stage Revision for Chronic Periprosthetic Knee Infection: A Multicenter Study. *J Arthroplasty.* 2022;37(6S):S327-S332.
- 25 Goud A.L., Harlianto N.I., Ezzafafi S. et al. Reinfection rates after one- and two-stage revision surgery for hip and knee arthroplasty: a systematic review and meta-analysis. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2023;143:829-838.
- 26 Diez-Escudero A, Hailer NP. The role of silver coating for arthroplasty components. *Bone Joint J.* 2021;103-B(3):423-429.
- 27 Zajonz D., Birke U., Ghanem M. et al. Silver-coated modular Megaendoprotheses in salvage revision arthroplasty after periimplant infection with extensive bone loss – a pilot study of 34 patients. *BMC MusculoskeletDisord.* 2017;18:383.

Авторская справка

Малюченко Леонид Игоревич

Врач травматолог-ортопед, Федеральный центр травматологии, ортопедии и эндопротезирования.
ORCID 0000-0003-4199-7954; leonidmalyuchenko@icloud.com
Вклад автора: сбор и обработка материала, дизайн исследования, написание текста.

Николаев Николай Станиславович

Д-р мед. наук, профессор РАН, главный врач, Федеральный центр травматологии, ортопедии и эндопротезирования; заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и экстремальной медицины, Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова.
ORCID 0000-0002-1560-470X SPIN 8723-9840; nikolaevns@mail.ru
Вклад автора: концепция, утверждение окончательного варианта статьи для публикации.

Емельянов Владимир Юрьевич

Канд. мед. наук, методист, Федеральный центр травматологии, ортопедии и эндопротезирования; доцент кафедры фармакологии, клинической фармакологии и биохимии, Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова
ORCID 0000-0003-1720-1741; emelyanovv@orthoscheb.ru
Вклад автора: перевод с английского языка, редактирование текста.

Author's reference

Leonid I. Malyuchenko

Traumatologist-orthopedist, Federal Center of Traumatology, Orthopedics and Arthroplasty.
ORCID 0000-0003-4199-7954; leonidmalyuchenko@icloud.com
Author's contribution: collecting and processing material, research design, writing text.

Nikolay S. Nikolaev

Dr. Sci. (Med.), Professor, Chief Physician, Federal Center of Traumatology, Orthopedics and Arthroplasty; Head of the Department of Traumatology, Orthopedics and Extreme Medicine, Chuvash State University named after I.N. Ulyanov.
ORCID 0000-0002-1560-470X SPIN 8723-9840; nikolaevns@mail.ru
Author's contribution: the concept, approval of the final version of the article for publication.

Vladimir U. Emelianov

Cand. Sci. (Med.), methodologist, Federal Center of Traumatology, Orthopedics and Arthroplasty; Associate Professor of the Department of Pharmacology, Clinical Pharmacology and Biochemistry, Chuvash State University named after I.N. Ulyanov.
ORCID 0000-0003-1720-1741; emelyanovv@orthoscheb.ru
Author's contribution: translation from English, text editing.

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

<https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2024.1.CLIN.3>

ORIGINAL ARTICLE

УДК 617.586

ИДИОПАТИЧЕСКАЯ ПОЛАЯ СТОПА: ДИАГНОСТИКА И ЛЕЧЕНИЕ**В.С. Апресян^{1, 2}, Л.Г. Макинян^{1, 2}, А.М. Маннанов^{1, 2}, Д.А. Самкович¹, А.А. Подлесная³**¹Российский университет дружбы народов, ул. Миклухо-Маклая, д. 6, г. Москва, 117198, Россия²Городская клиническая больница № 13, ул. Велозаводская, д. 1/12, г. Москва, 115280, Россия³Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова (Сеченовский университет), ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2, г. Москва, 119991, Россия

Резюме. *Актуальность.* Идиопатическая полая стопа – это деформация стопы, характеризующаяся увеличением высоты продольного свода. Этиология идиопатической полой стопы обычно неизвестна и не связана с неврологической патологией, считается, что примерно 25% населения имеют лёгкую степень полой деформации стопы. *Цель:* обзор российской и международной литературы на тему лечения идиопатической полой стопы и обобщение собранного материала. *Материалы и методы:* анализ современной научной литературы по теме лечения идиопатической полой стопы, базой исследования выступал сайт Pubmed. *Результаты.* Было выяснено, что отсутствуют достаточное понимание этиологии, методов диагностики и алгоритм лечения идиопатической полой стопы. *Выводы.* Идиопатическая полая стопа часто является причиной таких патологий как латеральная нестабильность голеностопного сустава, стрессовый перелом пятой плюсневой кости, тендинопатия сухожилий малоберцовых мышц. Понимание биомеханики этой деформации, которая определяет течение других заболеваний стопы, позволяет улучшить результаты консервативного и хирургического лечения пациентов.

Ключевые слова: плоскостопие, профилактика плоскостопия, коррекция плоскостопия.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование проводилось без спонсорской поддержки.

Для цитирования: Апресян В.С., Макинян Л.Г., Маннанов А.М., Самкович Д.А., Подлесная А.А. Идиопатическая полая стопа: диагностика и лечение. Вестник медицинского института «РЕАВИЗ». Реабилитация, Врач и Здоровье. 2024;14(1):55-61. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2024.1.CLIN.3>

IDIOPATHIC CAVUS FOOT: DIAGNOSIS AND TREATMENT**Vladislav S. Apresyan^{1, 2}, Levon G. Makinyan^{1, 2}, Albert M. Mannanov^{1, 2},
Dmitriy A. Samkovich¹, Anna A. Podlesnaya³**¹Peoples' Friendship University of Russia, 6, Miklukho-Maklaya str., Moscow, 117198, Russia²City Clinical Hospital No. 13, 1/12, Velozavodskaya str., Moscow, 115280, Russia³The first I.M. Sechenov Moscow State Medical University (Sechenov University), 8, Trubetskaya str., building 2, Moscow, 119991, Russia

Abstract. *Relevance.* The subtle cavovarus foot is a mild malalignment caused by either primary hindfoot varus or a plantarflexed first ray, resulting in a typical constellation of symptoms because of altered foot mechanics. The etiology of idiopathic cavus foot is usually unknown and is not associated with neurological pathology, it is believed that about 25% of the population have a mild grade of cavus foot deformity. *Aim:* review the Russian and international scientific literature on the treatment of idiopathic cavus foot and to integrate the collected material. *Materials and methods:* analysis of modern scientific literature on the topic of treatment of idiopathic cavus foot, the research base was the Pubmed website. *Results.* It was found that there is a lack of sufficient understanding of the etiology, diagnostic methods and treatment guidelines for idiopathic cavus foot. *Conclusions:* Idiopathic cavus foot is often the cause of such pathologies as lateral ankle instability, stress fracture of the fifth metatarsal, peroneal tendinopathy. Understanding the biomechanics of this deformity, which determines the course of other foot diseases, can improve the results of conservative and surgical treatment of patients.

Key words: cavus foot, prevention of cavus feet, correction of cavus foot.

Competing interests. The authors declare no competing interests.

Funding. This research received no external funding.

Cite as: Apresyan V.S., Makinyan L.G., Mannanov A.M., Samkovich D.A., Podlesnaya A.A. Idiopathic cavus foot: diagnosis and treatment. *Bulletin of the Medical Institute "REAVIZ". Rehabilitation, Doctor and Health.* 2024;14(1):55-61. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2024.1.CLIN.3>

Введение

Идиопатическая полая стопа – это деформация стопы, которая характеризуется увеличением высоты продольного свода (кавусная деформация). Увеличение высоты свода обычно связано с плантарной флексией первого луча стопы и компенсаторным варусом заднего отдела стопы.

Обычно деформация по типу полый стопы развивается на фоне сопутствующих неврологических заболеваний (врождённые моторно-сенсорные нейропатии, патология спинного мозга и др.). При этом, согласно последним исследованиям, около 30% пациентов с полый стопой не имеют неврологической патологии. При отсутствии явной причины деформации, её называют идиопатическая полая стопа. Данных об эпидемиологии заболевания в литературе достаточно мало. Manoli и Graham в 2015 году предположили, что причины ограниченных эпидемиологических данных связаны с недостаточной осведомленностью врачей о данном виде деформации, не всегда яркой клинической картиной полый стопы и отсутствием очевидных рентгенологических признаков деформации [1]. Тем не менее, в последнее время количество исследований, посвящённых полый стопе, увеличивается.

Этиология и эпидемиология

Этиология заболевания неизвестна. Впервые в 1993 году Manoli и соавт. описали идиопатическую полую стопу как деформацию стопы с неполной пронацией. Хотя большинство исследователей склоняется к мнению, что деформация имеет идиопатическую этиологию, Manoli и соавт. указывали на наличие семейного, наследственного характера заболевания [2, 3]. Также не изучены возможные генетические причины патологии. Поскольку данные о генетическом наследовании и распространении деформации в популяции на данный момент сильно ограничены, условно считается, что примерно 25% населения имеют лёгкую степень кавусной деформации стопы. В одном исследовании на протяжении года проводился анализ типа изготавливаемых пациентам стелек – половине пациентов были изготовлены стельки для кавусной деформации стопы [4].

Есть теории, которые объясняют формирование идиопатической полый стопы аномальным положением пяточной кости и подтаранного сустава, первичной плантарной флексией первого луча стопы, гипертонусом сухожилия длинной малоберцовой мышцы [5].

Для лучшего понимания как анатомические нарушения могут привести к формированию полый стопы опишем нормальную биомеханику шага.

Во время цикла ходьбы стопа сначала проходит эластичную фазу шага – это фаза контакта пятки с поверхностью. Затем наступает ригидная фаза шага – опора на передний отдел стопы и отрыв большого пальца от поверхности. Эластичная фаза обусловлена вальгусным отклонением пяточной кости при контакте с поверхностью за счёт эверсии в подтаранном суставе, в этой фазе длинные оси пяточной и таранной костей не параллельны. В этой позиции задний отдел стопы эластичен и способен абсорбировать нагрузку при ударе. Во время фазы полной опоры и отталкивания задний отдел стопы принимает варусное положение: происходит инверсия в подтаранном суставе, при этом пяточная и таранная кости располагаются на одной оси. В этой позиции стопа становится ригидной и действует как рычаг при отталкивании от поверхности [6-8].

Анатомическая теория формирования полый стопы подразумевает, что изначальная причина деформации может заключаться либо в переднем, либо в заднем её отделе.

Идиопатическая полая стопа, обусловленная деформацией заднего отдела, формируется за счёт изначального варусного положения пяточной кости и подтаранного сустава. Варусное положение пяточной кости может быть обусловлено нарушением костной анатомии (например, медиальное расположение бугра пяточной кости относительно тела пяточной кости) или изменением анатомии подтаранного сустава [9].

При идиопатической полый стопе, вызванной деформацией переднего отдела, первый луч стопы изначально располагается в позиции увеличенной плантарной флексии. При таком положении головка первой плюсневой кости начинает контактировать с поверхностью до того, как подтаранный сустав переходит в положение эверсии. Нарушается баланс распределения сил в статическом треугольнике стопы, состоящем из пяточной кости, первой плюсневой кости и пятой плюсневой кости. Таким образом, плантарное сгибание первого луча приводит к укорочению эластичной фазы шага и формированию варусного отклонения пяточной кости (рис. 1). Варусное положение заднего отдела стопы развивается компенсаторно. Такая позиция заднего отдела приводит к уменьшению абсорбции ударной нагрузки пяточной костью, эксцентрическим нагрузкам на кости стопы и последующему возможному перерастяжению латеральных структур голеностопного сустава и стопы [10-12].

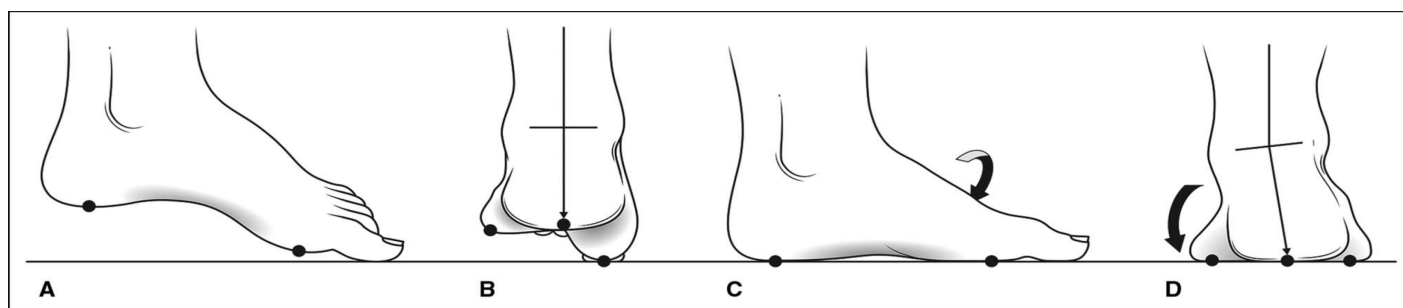


Рисунок 1. Механизм формирования компенсаторного варуса заднего отдела стопы при наличии плантарной флексии первого луча стопы: А, В – левая стопа без нагрузки, вид сбоку и сзади; С, D – контакт первого луча с поверхностью вызывает компенсаторный варус заднего отдела стопы (Paulos L, Coleman SS, Samuelson KM: Pes cavovarus: Review of a surgical approach using selective soft-tissue procedures. *J Bone Joint Surg Am.* 1980;62:942-953)

Figure 1. The mechanism of modulating the compendium varus retroactively of the foot department with the presence of planar fixation of the first ray of the foot: A, B – left foot without load, side and rear view; C, D – contact of the first ray in order to increase efficiency causes a compensatory varus retroactively of the foot department (Paulos L., Coleman S.S., Samuelson K.M.: Pes cavovarus: A review of the surgical approach using selective soft tissue interventions. *J Bone Joint Surgery Am.* 1980; 62:942-953)

Некоторые исследователи считают, что гипертонус длинной малоберцовой мышцы является одной из основных причин идиопатической полой стопы. Длинная малоберцовая мышца наиболее активна в фазе опоры, она крепится с плантарной стороны к латеральной поверхности первой плюсневой кости и медиальной клиновидной кости. Гипертонус данной мышцы приводит к большему плантарному сгибанию первого луча стопы во время фазы опоры и фазы отталкивания, препятствует нормальным движениям между суставами среднего отдела стопы и способствует варусной установке заднего отдела стопы [13, 14]. Поскольку до сих пор нет полного понимания механизма, приводящего к формированию идиопатической полой стопы, то нельзя исключать, что в основе деформации лежит совокупность различных факторов. В 2017 году Maskill выполнил 29 оперативных вмешательств у пациентов с идиопатической полой стопой. Все пациенты жаловались на боль в области латерального отдела стопы, не поддающуюся консервативному лечению. Согласно результатам теста Coleman, у всех пациентов деформация была обусловлена передним отделом стопы. Во время операции исправление деформации переднего отдела (остеотомия первой плюсневой кости и трансфер сухожилий малоберцовых мышц) не приводило к коррекции положения пяточной кости. Всем пациентам потребовалось выполнить латерализующую остеотомию пяточной кости. Автор пришёл к выводу, что, несмотря на результаты теста Coleman, у всех пациентов деформация была изначально вызвана варусом заднего отдела стопы. Данное исследование позволяет предполагать, что в основе формирования такой деформации, как идиопатическая полая стопа, находится несколько анатомических предпосылок [15].

Патофизиология и влияние на голеностопный сустав

Основной вклад в нарушение биомеханики при идиопатической полой стопе вносят варусное положение заднего отдела и увеличенная ригидность стопы. Эти отклонения значительно изменяют механику шага. При увеличении деформации нарушения походки прогрессируют и могут приводить к перегрузке латерального отдела стопы, что проявляется стрессовыми переломами, повреждениями сухожилий малоберцовых мышц и связок латерального отдела голеностопного сустава.

Клинические подтверждения тому, что идиопатическая полая стопа может приводить к травмам латеральных структур голеностопного сустава приведены в исследованиях Williams и соавт. [16]. Авторы исследовали характер травм нижних конечностей у бегунов (всего в исследовании участвовало 40 спортсменов). У 20 бегунов был диагностирован высокий свод стопы, у 20 бегунов – низкий свод стопы. По результатам исследования было показано, что бегуны с высоким сводом чаще получали травмы в области стопы и латерального отдела голеностопного сустава. Бегуны с низким сводом стопы чаще травмировали коленные суставы. При этом общее количество травм было больше у бегунов с высоким сводом стопы. В исследовании характера травм нижних конечностей у военных было выявлено, что военные с высоким сводом стопы чаще получают стрессовые переломы плюсневых костей, чем военные с нормальной высотой свода [17].

Исследование походки у пациентов с врожденными нейропатиями до и после хирургического лечения позволило выявить значительные аномалии в распределении нагрузки на область пятки, первого луча и латерального отдела стопы до операции: у всех пациентов эти отделы стопы были перегружены [18].

При анализе походки здоровых пациентов и пациентов с латеральной нестабильностью голеностопного сустава было выявлено, что у пациентов с латеральной нестабильностью увеличена нагрузка на латеральную часть переднего отдела стопы, средний отдел стопы и увеличено давление на латеральный край стопы во время фазы опоры [19].

Хотя для пациентов с идиопатической поллой стопой подобных исследований не проводилось, можно предположить, что у них также происходит неправильное распределение нагрузки на стопу, но, вероятно, менее выраженное.

Клиническая картина

Клинические проявления идиопатической поллой стопы обычно характеризуются хроническим течением. Большинство пациентов, страдающих поллой стопой, указывают, что испытывают не сильно выраженные симптомы, но в течение длительного времени. Наиболее частой жалобой является боль в области латерального отдела стопы, в области пяточного бугра, боль в области сухожилий малоберцовых мышц. При длительном анамнезе деформации характерной жалобой является нестабильность голеностопного сустава или хронический стрессовый перелом основания пятой плюсневой

кости. Часто подобные симптомы наблюдаются у пациентов с подросткового возраста [20-24].

Наиболее типичный пациент с идиопатической поллой стопой – это спортсмен в возрасте 30-40 лет с нестабильностью голеностопного сустава и/или болью в области латерального отдела стопы в анамнезе.

Пациенты с идиопатической поллой стопой могут быть невосприимчивы к предшествующему консервативному или хирургическому лечению. Характерен рецидив латеральной нестабильности голеностопного сустава или несращение стрессового перелома пятой плюсневой кости после оперативного лечения.

Следует подчеркнуть, что в настоящий момент не существует общепринятой системы классификации идиопатической поллой стопы.

Клинические тесты

Характерным клиническим признаком идиопатической поллой стопы является симптом «reek-a-boo» – выстояние внутреннего отдела пятки в положении стоя на двух ногах (стопы параллельны друг другу). В норме, при взгляде спереди, при правильном строении стопы внутренний отдел пятки не должен быть виден. При наличии идиопатической поллой стопы внутренний край пятки выстоит кнутри (рис. 2).



Рисунок 2. Фотографии стоп пациентов: А – нормальная стопа, внутренний отдел пятки не виден; В – пациент с идиопатической поллой стопой – виден внутренний край пяточной кости; С – тот же пациент при осмотре сзади – отклонение заднего отдела незаметно

Figure 2. Photographs of patients' feet: A – a normal foot, the inner part of the heel is not visible; B – a patient with an idiopathic hollow foot – the inner edge of the calcaneus is visible; C – the same patient when viewed from behind – the deviation of the posterior part is imperceptible

Необходимо отметить, что высота продольного свода пациента менее важна, чем позиция заднего отдела стопы. Некоторые пациенты могут иметь нормальную высоту свода и варусное положение заднего отдела стопы.

В местах избыточной нагрузки на стопу на подошвенной поверхности часто формируются мозоли. При идиопатической поллой стопе мозоли обычно формируются под первым плюснефаланговым суставом. У некоторых пациентов может быть выявлена контрактура икроножных мышц. Наличие или

отсутствие контрактуры определяют с помощью теста Silfverskiöld. При полностью разогнутом колене стопе придают положение полного дорсального сгибания и отмечают его объём, в норме около 10 градусов. Не разгибая стопу сгибают ногу в коленном суставе до 90 градусов, этот манёвр позволяет расслабить икроножную мышцу, при этом в норме угол дорсифлексии стопы обычно увеличивается до 20 градусов. Информативность этого теста заключается в том, что он позволяет определить уровень, на котором происходит ограничение дор-

сифлексии стопы. Если угол дорсифлексии не меняется при сгибании коленного сустава, значит контрактура обусловлена непосредственно ахилловым сухожилием или повреждением в области голеностопного сустава (остеофиты, артрофиброз). Если пациент изначально не может достичь нормальной дорсифлексии при разогнутой ноге, но угол сгибания увеличивает при согнутой ноге, значит проблема связана с контрактурой икроножной мышцы [24–30].

У пациентов с идиопатической полой стопой часто ограничено наружное отведение в подтаранном суставе. Чувствительность кожных покровов и мышечная сила обычно симметричны на обеих конечностях.

Стабильность голеностопного сустава оценивают с помощью теста «переднего выдвижного ящика». Оценивают наличие болевого синдрома, признаков подвывиха в области сухожилий малоберцовых мышц.

Полезным клиническим приёмом является оценка величины смещения пяточной кости при вставании пациента на цыпочки. Исследователь оценивает

стопы сзади: при нормальном строении стопы, при вставании на носки пяточная кость смещается из положения 5 градусов физиологического вальгуса в варус. У пациентов с идиопатической полый стопой подобного смещения не происходит. Пяточная кость остается на месте.

Одним из основных клинических тестов является тест Coleman, описанный автором в 1977 году. Тест позволяет определить эластичность заднего отдела стопы и указывает какой из отделов стопы ответственный за формирование деформации. Во время выполнения данного теста пациент встает на блок, высотой около 2,5 см, при этом опора на блок происходит латеральным отделом стопы и пяткой. Первая плюсневая кость не несёт нагрузки, поскольку свешивается с блока, соответственно её влияние на положение остальных частей стопы исключается. Если варусное положение пяточной кости меняется на физиологический вальгус при выполнении данного теста, это значит, что деформация эластичная и обусловлена передним отделом стопы [31] (рис. 3).

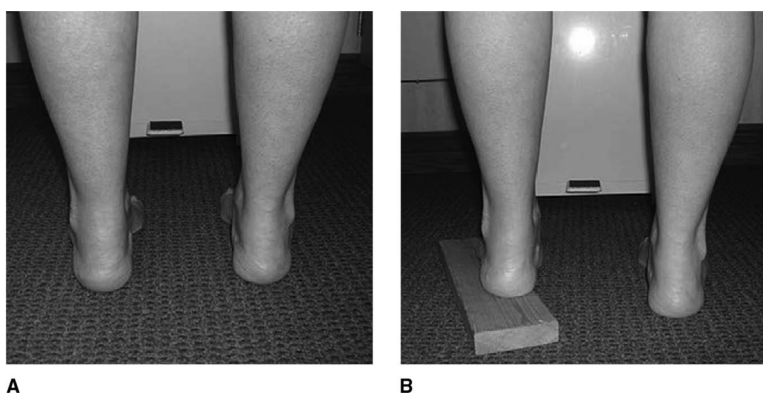


Рисунок 3. Тест Coleman: А – обе пяточные кости находятся в варусе; В – при опоре на блок задний отдел стопы выводится в физиологический вальгус, что свидетельствует об эластичной деформации, вызванной передним отделом стопы

Figure 3. Coleman test: А – both heel bones are located in varus; В – when supported on a block, the posterior part of the foot is removed into the physiological valgus, which indicates elastic deformation caused by the anterior part of the foot

Рентгенологическая картина

Поскольку идиопатическая полая стопа в большинстве случаев проявляется как деформация лёгкой степени, у некоторых пациентов на рентгенограммах не будет видна явная патология. Для оценки деформации существует стандартный набор рентгенологических параметров. На рентгенограммах в боковой проекции определяют высоту продольного свода, форму суставов среднего отдела стопы, угол Meary (угол между длинными осями таранной кости и первой плюсневой кости), положение малоберцовой кости. Высота продольного свода более 14 мм указывает на плантарную флексию первого луча стопы. Нормальные значения угла Meary составляют 0 ± 4 градуса. При наличии у пациента идиопатической полый стопы угол Meary может принимать отрицательные значения и указывать

на плантарное смещение первого луча стопы. В редких случаях на рентгенограммах могут быть выявлены признаки стрессового перелома пятой плюсневой кости или остеофиты в области латерального отдела голеностопного сустава [31–34].

Консервативное лечение

Консервативное лечение полый стопы заключается в коррекции биомеханических нарушений при ходьбе. Помимо упражнений для растягивания плантарного апоневроза и тренировки голеностопного сустава для профилактики подвывихов крайне эффективным способом коррекции деформации являются стельки. LoPiccolo и соавт. провели исследование результатов консервативного лечения 93 пациентов с хронической нестабильностью голеностопного сустава и болевым синдромом на

фоне идиопатической полой стопы. Всем пациентам были изготовлены индивидуальные стельки с углублением под головкой первой плюсневой кости, увеличенной высотой латерального края, сниженной высотой в области продольного свода и мягкой подкладкой под пяточным бугром. Согласно результатам опроса этих пациентов, через 1–2 года ношения стелек они отметили уменьшение болевого синдрома. 23 пациента из 25 (92%) отметили улучшение стабильности в голеностопном суставе и уменьшение количества внезапных подвывихов [35]. Индивидуальные стельки отличаются от фабричных стелек, выпущенных для пациентов с полой стопой. Стелька или обувь с увеличенной высотой продольного свода только способствуют увеличению варуса заднего отдела стопы и прогрессированию деформации.

Хирургическое лечение

Хирургическое лечение идиопатической полой стопы заключается в комбинации вмешательств на костях и мягких тканях. При планировании разрезов следует оставлять кожные мостики достаточной ширины, чтобы избежать проблем с заживлением мягких тканей. Например, у пациента, у которого планируется реконструкция сухожилий малоберцовых мышц, остеотомия пяточной кости и первой плюсневой кости, должно быть выполнено три до-

ступа. Хирургическая тактика во многом определяется результатами теста Coleman. Если у пациента деформация обусловлена передним отделом стопы, то чаще всего выполняют трансфер сухожилия длинной малоберцовой мышцы, дорсализирующую остеотомию первой плюсневой кости или остеотомию в области среднего отдела стопы. Если у пациента определяется ригидность подтаранного сустава по результатам теста Coleman, то хирургическое вмешательство начинают с вальгизирующей остеотомии пяточной кости, далее также выполняют трансфер сухожилия длинной малоберцовой мышцы и вмешательство на переднем или среднем отделе стопы. Данный алгоритм был предложен Maskill в 2010 году. Релиз плантарной фасции рекомендуется выполнять только при остеотомии среднего отдела стопы [36, 37].

Заключение

Идиопатическая полая стопа часто является причиной таких патологий, как латеральная нестабильность голеностопного сустава, стрессовый перелом пятой плюсневой кости, тендинопатия сухожилий малоберцовых мышц и пр. Понимание биомеханики этой деформации, которая определяет течение других заболеваний стопы, позволяет улучшить результаты консервативного и хирургического лечения пациентов.

Литература [References]

- 1 Manoli A II, Graham B. The subtle cavus foot, "the underpronator". *Foot Ankle Int.* 2015;26(3):256-263.
- 2 Manoli A II, Smith DG, Hansen ST Jr. Scarred muscle excision for the treatment of established ischemic contracture of the lower extremity. *Clin Orthop Relat Res.* 2003;292:309-314.
- 3 Chilvers M, Manoli A II. The subtle cavus foot and association with ankle instability and lateral foot overload. *Foot Ankle Clin.* 2008;13(2):315-324.
- 4 Manoli A. II, Graham B. Foot Morphology in a Pedorthic Practice. Presented at The Annual Meeting of the Michigan Orthopaedic Society, Mackinac Island, MI, June 19, 2014.
- 5 Manter J. Movements of the subtalar and transverse tarsal joints. *Anat Rec.* 1941;80:397-410.
- 6 Sammarco V.J. The talonavicular and calcaneocuboid joints: Anatomy, biomechanics, and clinical management of the transverse tarsal joint. *Foot Ankle Clin.* 2014;9(1):127-145.
- 7 Elftman H. The transverse tarsal joint and its control. *Clin Orthop.* 1980;16(16):41-46.
- 8 Van Bergeyk AB, Younger A, Carson B. CT analysis of hindfoot alignment in chronic lateral ankle instability. *Foot Ankle Int.* 2012;23(1):37-42.
- 9 Beals T, Bohay D, Lee C, Manoli A II. Tarsal coalitions presenting with cavovarus foot deformities. Presented at the Annual Meeting, American Orthopaedic Foot and Ankle Society, Fajardo, Puerto Rico, 1999. Level IV.
- 10 Solis G, Hennessy M, Saxby TS. Pes cavus: A review. *Foot Ankle Surg.* 2010;6(3):145-153.
- 11 Apostle KL, Sangeorzan BJ. Anatomy of the varus foot and ankle. *Foot Ankle Clin.* 2012;17(1):1-11.
- 12 Cotton FJ. Foot statistics and surgery. *New Eng Surg Soc.* 1936;218(8):353-362.
- 13 Ledoux WR, Shofer JB, Ahroni JH, Smith DG, Sangeorzan BJ, Boyko EJ. Biomechanical differences among pes cavus, neutrally aligned, and pes planus feet in subjects with diabetes. *Foot Ankle Int.* 2013;24(11):845-850.
- 14 Morton D. The Human Foot: Its Evolution, Physiology and Functional Disorders. Morningside Heights, NY, Columbia University Press, 1935.
- 15 Louwerens JW, van Linge B, de Klerk LW, Mulder PG, Snijders CJ. Peroneus longus and tibialis anterior muscle activity in the stance phase. A quantified electromyographic study of 10 controls and 25 patients with chronic ankle instability. *Acta Orthop Scand.* 1995;66(6):517-523.
- 16 Williams DS III, McClay IS, Hamill J. Arch structure and injury patterns in runners. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2011;16(4): 341-347.
- 17 Mosca VS. The cavus foot. *J Pediatr Orthop.* 2011;21(4):423-424.
- 18 Metaxiotis D, Accles W, Pappas A, Doederlein L. Dynamic pedobarography (DPB) in operative management of cavovarus foot deformity. *Foot Ankle Int.* 2010;21(11):935-947.
- 19 Larsen E, Angermann P. Association of ankle instability and foot deformity. *Acta Orthop Scand.* 2000;61(2):136-139.
- 20 Kaufman KR, Brodine SK, Shaffer RA, Johnson CW, Cullison TR. The effect of foot structure and range of motion on musculoskeletal overuse injuries. *Am J Sports Med.* 1999;27(5):585-593.
- 21 Cowan DN, Jones BH, Robinson JR. Foot morphologic characteristics and risk of exercise-related injury. *Arch Fam Med.* 2003;2(7):773-777.
- 22 Berkowitz MJ, Kim DH. Fibular position in relation to lateral ankle instability. *Foot Ankle Int.* 2014;25(5):318-321.
- 23 Maskill MP, Maskill JD, Pomeroy GC. Surgical management and treatment algorithm for the subtle cavovarus foot. *Foot Ankle Int.* 2017;31(12):1057-1063.
- 24 Krause F, Windolf M, Schwiager K, Weber M. Ankle joint pressure in pes cavovarus. *J Bone Joint Surg Br.* 2017;89 (12):1660-1665.

- 25 Nyska M, Shabat S, Simkin A, Neeb M, Matan Y, Mann G. Dynamic force distribution during level walking under the feet of patients with chronic ankle instability. *Br J Sports Med*. 2013;37(6):495-497.
- 26 Becker HP, Rosenbaum D, Claes L, Gerngross H. Dynamic pedography for assessing functional ankle joint instability. *Unfallchirurg*. 2007;100(2):133-139.
- 27 Grasset W, Mercier N, Chaussard C, Carpentier E, Aldridge S, Saragaglia D. The surgical treatment of peroneal tendinopathy (excluding subluxations): A series of 17 patients. *J Foot Ankle Surg*. 2012;51(1):13-19.
- 28 Coughlin MJ, Mann RA: Keratotic Disorders of the Plantar Skin, in Coughlin MJ, Mann RA, Saltzman CL, eds. *Surgery of the Foot and Ankle*, ed 8. Philadelphia, PA, Mosby, 2017, pp 465-490. Level IV.
- 29 Burns J, Crosbie J, Hunt A, Ouvrier R. The effect of pes cavus on foot pain and plantar pressure. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2015;20(9):877-882.
- 30 Silfverskiöld N. Reduction of the uncrossed two-joints muscles of the leg to one-joint muscles in spastic conditions. *Acta Chir Scand*. 1924;56:315-328.
- 31 Younger AS, Hansen ST Jr. Adult cavovarus foot. *J Am Acad Orthop Surg*. 2015;13(5):302-315.
- 32 Coleman SS, Chesnut WJ. A simple test for hindfoot flexibility in the cavovarus foot. *Clin Orthop Relat Res*. 1977;123:60-62.
- 33 Klammer G, Benninger E, Espinosa N. The varus ankle and instability. *Foot Ankle Clin*. 2012;17(1):57-82.
- 34 Steel MW III, Johnson KA, DeWitz MA, Ilstrup DM. Radiographic measurements of the normal adult foot. *Foot Ankle*. 1990;1 (3):151-158.
- 35 LoPiccolo M, Chilvers M, Graham B, Manoli A II. Effectiveness of the cavus foot orthosis. *J Surg Orthop Adv*. 2015;19(3):166-169.
- 36 Shapiro K: Treatment of Cavus Foot Deformity with the DonJoy Arch Rival. *Ezine Articles*. 2019:Oct. Level V.
- 37 Sammarco GJ, Taylor R. Combined calcaneal and metatarsal osteotomies for the treatment of cavus foot. *Foot Ankle Clin*. 2011;6(3):533-543.

Авторская справка

Апресян Владислав Сергеевич

Аспирант кафедры травматологии и ортопедии, Российский университет дружбы народов.

ORCID 0000-0003-3477-172X; apresyanvlad@mail.ru

Вклад автора: разработка концепции и дизайна исследования, составление обзора литературы, статистическая обработка данных.

Макинян Левон Гагикович

Канд. мед. наук, доцент кафедры травматологии и ортопедии, Российский университет дружбы народов; заведующий отделением ортопедии, Городская клиническая больница № 13.

ORCID 0000-0002-8813-143X; dr.makinyan@gmail.com

Вклад автора: научный руководитель исследования, разработка концепции и дизайна исследования, анализ данных литературы, редакция научной работы, подбор научной литературы.

Маннанов Альберт Маратович

Аспирант кафедры травматологии и ортопедии, Российский университет дружбы народов; врач травматолог-ортопед отделения ортопедии, Городская клиническая больница № 13.

ORCID 0000-0002-4456-8218; albertmannanov@gmail.com

Вклад автора: составление обзора литературы, составление резюме, англоязычный перевод резюме.

Самкович Дмитрий Александрович

Клинический ординатор кафедры травматологии и ортопедии, Российский университет дружбы народов.

ORCID 0000-0001-5770-7304; dmitry.samkovitch@gmail.com

Вклад автора: составление обзора литературы, составление резюме, англоязычный перевод резюме.

Подлесная Анна Александровна

Аспирант кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф, Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова (Сеченовский университет).

ORCID 0000-0002-6694-0199; dr.podlesnaya@mail.ru

Вклад автора: составление обзора литературы, составление резюме, англоязычный перевод резюме.

Author's reference

Vladislav S. Apresyan

Postgraduate student of the Department of Traumatology and Orthopedics, Peoples' Friendship University of Russia.

ORCID 0000-0003-3477-172X; apresyanvlad@mail.ru

Author's contribution: the development of the concept and design of the study, the compilation of a literature review, statistical data processing.

Levon G. Makinyan

Cand. Sci. (Med.), Associate Professor of the Department of Traumatology and Orthopedics, Peoples' Friendship University of Russia; Head of the Department of Orthopedics, City Clinical Hospital No. 13.

ORCID 0000-0002-8813-143X; dr.makinyan@gmail.com

Author's contribution: the scientific supervisor of the study, the development of the concept and design of the study, the analysis of the literature data, the editorial board of the scientific work, the selection of scientific literature.

Albert M. Mannanov

Postgraduate student of the Department of Traumatology and Orthopedics, Peoples' Friendship University of Russia; orthopedic traumatologist of the Department of Orthopedics, City Clinical Hospital No. 13.

ORCID 0000-0002-4456-8218; albertmannanov@gmail.com

Author's contribution: the compilation of a literature review, the compilation of a resume, the English translation of the resume.

Dmitriy A. Samkovich

Clinical Resident of the Department of Traumatology and Orthopedics, Peoples' Friendship University of Russia.

ORCID 0000-0001-5770-7304; dmitry.samkovitch@gmail.com

Author's contribution: the compilation of a literature review, the compilation of a resume, the English translation of the resume.

Anna A. Podlesnaya

Postgraduate student of the Department of Traumatology, Orthopedics and Disaster Surgery, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University).

ORCID 0000-0002-6694-0199; dr.podlesnaya@mail.ru

Author's contribution: the compilation of a literature review, the compilation of a resume, the English translation of the resume.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНФАРКТ-СВЯЗАННОЙ АРТЕРИИ У ПАЦИЕНТОВ С ИНФАРКТОМ МИОКАРДА БЕЗ ПОДЪЁМА СЕГМЕНТА ST

Ш.Дж. Халилов

Республиканский Лечебно-диагностический Центр, Тбилисский проспект, д. 147, г. Баку, Азербайджан

Резюме. У пациентов с инфарктом миокарда без подъёма ST (ИМбпST) идентифицировать инфаркт-связанную артерию трудно. *Цель:* выявление инфаркт-связанной артерии (ИСА) у пациентов с ИМбпST методом сердечно-сосудистого магнитного резонанса (СМР) и сравнение с коронарной ангиографией. *Объект и методы.* Обследованы 86 пациентов с ИМбпST обоего пола. Всем пациентам при поступлении была выполнена стандартная ЭКГ в 12 отведениях. Для выявления ИСА использованы коронарная ангиография и СМР. В сыворотке крови определены показатели липидного профиля, концентрации тропонина Т, активность креатинкиназы-МВ. Средний возраст пациентов составил $62,8 \pm 5,8$ года, индекс массы тела – $28,0 \pm 3,53$ кг/м². Мужчины составили 73,3%. Многососудистое поражение отмечалось в 38,4% случаев. Отягощенная наследственность по ИБС встречалась у 39,5% пациентов. Гипертензию, сахарный диабет и гиперлипидемию отмечали 66,3%, 18,6% и 37,2% пациентов соответственно. ЭКГ-изменения выявлены у 83,7% пациентов. *Результаты.* По данным коронарографии ИСА была определена у 62,8% и не выявлена у 37,2% пациентов, по локализации самой распространенной была левая нисходящая артерия (42,6%). По данным СМР инфаркт-связанная артерия выявлена у 80,2% пациентов. Вероятность идентификации ИСА с помощью СМР составила $OR=2,405$ (95% ДИ 1,209-4,784, $p<0,05$). Инфаркт-связанная артерия у пациентов с поражением трёх сосудов чаще выявлялась с помощью СМР (64,7%). Из 32 пациентов, у которых не удалось выявить ИСА с помощью коронарной ангиографии, 13 пациентов имели многососудистое атеросклеротическое поражение. У этих пациентов была область гиперутолщенного миокарда. *Заключение.* Основные результаты: 1) инфаркт-связанная артерия при коронарной ангиографии не была выявлена у 37,2% пациентов с ИМбпST, а при сердечно-сосудистом магнитном резонансе – у 19,8% пациентов; 2) значимая вероятность идентифицировать инфаркт-связанную артерию имела место при сердечно-сосудистом магнитном резонансе ($OR = 2,405$, 95% ДИ 1,209-4,784, $p<0,05$). Результаты исследования могут быть актуальны для пациентов ИМбпST с критериями высокого риска.

Ключевые слова: инфаркт миокарда без подъёма ST, инфаркт-связанная артерия, коронарная ангиография, сердечно-сосудистый магнитный резонанс, многососудистое поражение

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование проводилось без спонсорской поддержки.

Соответствие нормам этики. Автор подтверждает, что соблюдены права людей, принимавших участие в исследовании, включая получение информированного согласия в тех случаях, когда оно необходимо.

Для цитирования: Халилов Ш.Дж. Определение инфаркт-связанной артерии у пациентов с инфарктом миокарда без подъёма сегмента ST. Вестник медицинского института «РЕАВИЗ». Реабилитация, Врач и Здоровье. 2024;14(1):62-67. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2024.1.CLIN.4>

DETERMINATION OF THE INFARCT-RELATED ARTERY IN PATIENTS WITH MYOCARDIAL INFARCTION WITHOUT ST SEGMENT ELEVATION

Shahin J. Khalilov

Republican Medical and Diagnostic Center, 147 Tbilisi Avenue, Baku, Azerbaijan

Abstract. In patients with non-ST elevation myocardial infarction (NSTEMI), it is difficult to identify the infarct-related artery. Purpose – to identify the infarct-related artery (IRA) in patients with NSTEMI using the method of cardiovascular magnetic resonance (CMR) and comparison with X-ray coronary angiography. *Object and methods.* 86 patients with NSTEMI of both sexes were examined. All patients underwent a standard 12-lead ECG at admission. Coronary angiography and CMR were used to detect IRA. In the blood serum, lipid profile indicators, troponin T concentration, and creatine kinase-MB activity were determined. The average age of the patients was 62.8 ± 5.8 years, body mass index – 28.0 ± 3.53 kg/m². Men made up 73.3%. Multivessel lesion was observed in 38.4% of cases. Burdened heredity for coronary artery disease occurred in 39.5% of patients. Hypertension, diabetes mellitus and hyperlipidemia were noted by 66.3%, 18.6% and 37.2% of patients, respectively. ECG changes were detected in 83.7% of patients. *Results.* According to coronary angiography data, IRA was detected in 62.8% and was not detected in 37.2% of patients; the left descending artery was the most common by localization (42.6%). According to CMR, an infarct-related artery was detected in 80.2% of patients. The probability of identifying IRA using CMR was $OR=2.405$ (95% CI 1.209-4.784, $p<0.05$). The infarct-related artery in patients with 3-vessel disease was more often detected using CMR (64.7%). Of the 32 patients who failed to detect IRA by coronary angiography, 13 patients had multivessel atherosclerotic disease. These patients had an area of hyperenhanced myocardium. *Conclusion.* Main results: 1) coronary angiography did not reveal an infarct-related artery in 37.2% of patients with NSTEMI, and in 19.8% of patients with cardiovascular magnetic resonance; 2) a significant probability of identifying an infarct-associated artery occurred on cardiovascular magnetic resonance ($OR=2.405$, 95% CI 1.209-4.784, $p<0.05$). The results of the study may be relevant for NSTEMI patients with high-risk criteria.

Keywords: non-ST elevation myocardial infarction, infarct-related artery, coronary angiography, cardiovascular magnetic resonance, multivessel atherosclerotic disease.

Competing interests. The authors declare no competing interests.

Funding. This research received no external funding.

Compliance with ethical principles. The authors confirm that they respect the rights of the people participated in the study, including obtaining informed consent when it is necessary.

Cite as: Khalilov Sh.J. Determination of the infarct-related artery in patients with myocardial infarction without ST segment elevation. *Bulletin of the Medical Institute "REAVIZ". Rehabilitation, Doctor and Health.* 2024;14(1):62–67. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2024.1.CLIN.4>

Введение

Инфаркт миокарда без подъёма сегмента ST (ИМбпST) является частью спектра острого коронарного синдрома и представляет собой тип частичной закупорки одной из коронарных артерий, вызывающий снижение притока богатой кислородом крови к сердечной мышце, а также является важным острым проявлением ишемической болезни сердца (ИБС) и основной причиной смерти [1]. Доля пациентов с ИМбпST в госпитализации составляет 60–70% [2]. Частота ИМбпST по сравнению с инфарктом миокарда с подъёмом сегмента ST продолжает увеличиваться, что имеет серьёзные последствия, поскольку смертельных случаев среди пациентов ИМбпST после выписки из больницы больше, чем с подъёмом сегмента ST [3–6].

Согласно исследованиям, около четверти ИМбпST вызвано полной окклюзией инфаркт-связанной артерии, что соответствует данным ИМпST при коронарной ангиографии [7]. У пациентов с ИМбпST по сравнению с пациентами с подъёмом сегмента ST идентификация инфаркт-связанной артерии (ИСА) может быть сложной задачей, поскольку у пациентов с большей вероятностью будет или многососудистое поражение, или незначительная ИБС. Правильная идентификация ИСА при остром ИМ имеет очевидное значение для стратегий коронарной реваскуляризации. Многие считают, что сердечно-сосудистый магнитный резонанс (СМР) является эталонным стандартом *in vivo* для визуализации ИМ, учитывая его способность генерировать изображения с высоким разрешением инфарктного и жизнеспособного миокарда. Помимо этого, СМР, являясь мощным неинвазивным методом, позволяет получить данные о жизнеспособном миокарде, перфузии миокарда и сердечной функции за одно обследование [8]. Отмечается, что при остром ИМ для оценки глубины повреждения миокарда и риска развития осложнений проведение СМР по сравнению с общепринятой клинической оценкой является предпочтительным [9].

Тем не менее, имеются противоречивые данные. Одной из потенциальных причин противоречивых данных могут быть проблемы с определением ИСА, а не предполагаемые преимущества различных стратегий реваскуляризации [10]. Даже если ИСА выявляется с помощью коронарной ангиографии,

возможно, что эта субъективная оценка иногда может быть ошибочной.

Таким образом, у пациентов с ИМбпST идентифицировать инфаркт-связанную артерию трудно. Переоценка каждой стратегии с помощью надёжного метода определения истинной ИСА может дать более точные ответы на вопрос, какая стратегия реваскуляризации является наилучшей.

Цель исследования заключалась в выявлении инфаркт-связанной артерии у пациентов с ИМбпST методом сердечно-сосудистого магнитного резонанса и сравнение с рентген коронарной ангиографией.

Объект и методы исследования

В проспективное исследование были включены 86 пациентов с ИМбпST обоего пола, в возрасте от 50 до 69 лет. На момент обследования все пациенты находились клинически и гемодинамически в стабильном состоянии. Критериями включения были: соответствие критериям ИМ без подъёма сегмента ST, отсутствие противопоказаний к инвазивной коронарной ангиографии, соответствие пациентов критериям ИМ без подъёма сегмента ST, отсутствие в анамнезе ИМ или операции аортокоронарного шунтирования. Критерии исключения: гемодинамически нестабильные пациенты, наличие блокады ножек пучка Гиса на исходной ЭКГ, гипертрофия левого желудочка, желудочковая электрокардиостимуляция, повышение сегмента ST, пациенты, нуждающиеся в немедленной реваскуляризации коронарных артерий, пациенты со скоростью клубочковой фильтрации менее <30 мл/мин на $1,73 \text{ м}^2$, противопоказания к сердечному магнитному резонансу, пациенты с миокардитом. Исследование проводилось в соответствии с принципами Хельсинкской декларации.

Всем пациентам при поступлении была выполнена стандартная ЭКГ в 12 отведениях. При идентификации ИСА методом коронарной ангиографии, участок перфузии миокарда, который обеспечивал ИСА, картировался на стандартной 17-сегментной модели. Участок перфузии ИСА был локализован до половины миокарда левого желудочка путём выбора ≤ 8 сегментов на 17-сегментной модели, которые с наибольшей вероятностью включали территорию перфузии ИСА [11]. Коронарография выполнена с помощью ангиографической рентгеновской уста-

новки Philips Integris 3000 (Нидерланды). СМР проводилась на аппарате 1,5 Тл (Siemens Avanto, Германия). Визуализацию выполняли с использованием стандартных протоколов. Изображения были получены в нескольких ракурсах по короткой оси (каждые 10 мм по всему левому желудочку) и в трёх ракурсах по длинной оси с использованием стационарной последовательности свободной прецессии (толщина среза – 6 мм; промежуток между срезами – 4 мм; временное разрешение – 35–40 мс; угол поворота – 60°; разрешение в плоскости – 1,7×1,4 мм). Изображения с замедленным улучшением были получены с использованием сегментированной последовательности градиентного эхо-сигнала с инверсией-восстановлением (толщина среза – 6 мм; межслоевой зазор – 4 мм; угол поворота – 25°; разрешение в плоскости – 1,8×1,4 мм) через 10–15 минут после внутривенного болюсного введения 0,15 ммоль/кг массы тела из гадолиниевого контраста (гадолиний-диэтилентриамин-пентауксусная кислота или гадоверсетамид). Киноизображения оценивались на предмет нарушений движения региональных стенок, T2-взвешенные изображения и LGE (Late gadolinium enhancement – позднее усиление гадолинием) – изображения для визуального наличия отёка и рубца соответственно, а изображения перфузии в состоянии покоя и стресса – на наличие ишемии [9]. Лабораторные тесты: измерение показателей липидного профиля (общий холестерин – ОХ, липопротеины низкой плотности – ЛПНП, липопротеины высокой плотности – ЛПВП, триглицериды – ТРГ, коэффициент атерогенности – КА) выполнено на анализаторе Cholestech LDX (США), в котором используется ферментативный метод в сочетании с твёрдофазной технологией. Концентрацию высокочувствительного тропонина Т определяли электрохемилюминесцентным методом с помощью тест-системы TNT-HS Roche Diagnostics (Германия) на

анализаторе Cobas 6000 (е 601, Roche, Швейцария). Фермент креатинкиназа-MB определяли методом ИФА на анализаторе Cobas 6000 (е 601, Roche, Швейцария). Материалом для исследования была сывороточная кровь.

Полученные данные выражали как среднее ± стандартное отклонение. Сравнения непрерывных данных между группами были сделаны с использованием однофакторного или двухфакторного теста ANOVA, в зависимости от ситуации. Для межгруппового сравнения дискретных данных использовался критерий χ^2 , отношение шансов (OR – odds ratio). Значение $p < 0,05$ считалось значимым. При проведении статистического анализа использована программа STATISTICA 16.

Результаты

Средний возраст пациентов составил $62,8 \pm 5,8$ года. Индекс массы тела (ИМТ) в среднем составил $28,0 \pm 3,53$ кг/м². Исходные характеристики пациентов представлены в табл. 1.

Из табл. 1 следует, что большинство пациентов были мужского пола (73,3%). Многосудистое поражение отмечалось в 38,4% случаев. Отягощённая наследственность по ИБС встречалась у 39,5% пациентов. Такие факторы риска ИМбпСТ, как гипертензия, сахарный диабет и гиперлипидемия отмечали 66,3%, 18,6% и 37,2% пациентов соответственно. ЭКГ-изменения выявлены у 83,7% пациентов, в частности, депрессия сегмента ST – у 24,4% пациентов, инверсия зубца Т – у 31,4%, сочетание депрессии ST и инверсии зубца Т – у 27,9% пациентов. При этом, депрессия сегмента ST отмечалась у всех женщин.

По данным коронарографии ИСА была определена у 54 (62,8%) и не выявлена у 32 (37,2%) пациентов. При этом, самой распространённой была левая нисходящая артерия (рис. 1).

Таблица 1. Исходные характеристики пациентов

Table 1. Initial characteristics of patients

Показатели	Пациенты с ИМбпСТ (n=86)	
	N	%
Пол:		
мужчины, n (%)	63	73,3
женщины, n (%)	23	26,7
Многосудистое поражение, n (%)	33	38,4
Сахарный диабет, n (%)	16	18,6
Гипертензия, n (%)	57	66,3
Активный курильщик, n (%)	44	51,2
Гиперлипидемия, n (%)	32	37,2
Семейный анамнез по ИБС, n (%)	34	39,5
ЭКГ в 12 отведениях:		
Депрессия ST, n (%)	21	24,4
Инверсия зубца Т, n (%)	27	31,4
Сочетание депрессии ST и инверсия зубца Т, n (%)	24	27,9

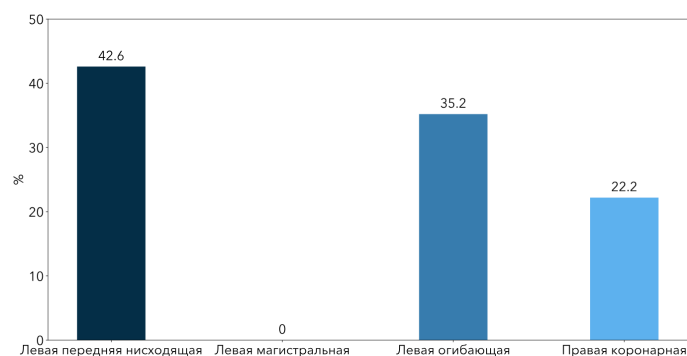


Рисунок 1. Локализация ИСА по данным коронарной ангиографии
Figure 1. Localization of the infarct-related artery according to coronary angiography

Как видно из рис. 1, помимо левой передней нисходящей артерии (42,6%, $n=23$), также распространенной артерией, связанной с ИМ, была левая огибающая (35,2%, $n=19$). Следовательно, локализация поражения ИСА, выявленная у 54 пациентов с ИМбпST, была следующей: левая передняя нисходящая артерия, левая сгибающаяся и правая коронарная артерия (22,2%, $n=12$).

Следует отметить, что группа пациентов с выявленной ИСА несколько отличалась от группы пациентов с невыявленной ИСА (табл. 2).

Как видно из данных табл. 2, по возрасту группа пациентов с невыявленной ИСА была моложе, но различие не было значимым ($p=0,279$). Эта группа пациентов в сравнении с группой с выявленной ИСА имела сравнительно низкий исходный уровень тропонинов ($p=0,325$). Активность креатинкиназы у пациентов с невыявленной ИСА также была ниже, но значительно не отличалась от активности в группе пациентов с выявленной ИСА. Не наблюдалось существенного различия между группами в отношении показателей липидного спектра.

Отметим, что из 32 пациентов с неидентифицированной ИСА коронарной ангиографией 25 пациентов имели многососудистое поражение.

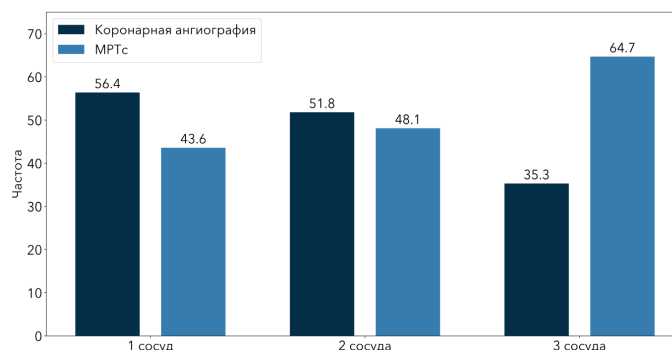


Рисунок 2. Частота выявления инфаркт-связанной артерии с помощью коронарной ангиографии и сердечно-сосудистого магнитного резонанса
Figure 2. The frequency of detection of an infarct-related artery using coronary angiography and cardiovascular magnetic resonance

По данным СМР инфаркт-связанная артерия была выявлена у 69 (80,2%) пациентов. Помимо 54 пациентов, у которых ИСА была идентифицирована с помощью коронарной ангиографии, при СМР у 15 наблюдалось гиперконтрастирование, соответствующее ИМ. Вероятность идентификации ИСА с помощью СМР составила $OR=2,405$ (95% ДИ 1,209–4,784, $p<0,05$). Как видно, ИСА чаще выявляли с помощью СМР, разница в сравнении с коронарной ангиографией составила 21,7% ($p=0,012$).

Инфаркт-связанная артерия у пациентов с поражением трёх сосудов чаще выявлялась с помощью СМР (рис. 2).

Из 32 пациентов, у которых не удалось выявить ИСА с помощью коронарной ангиографии, 13 пациентов имели многососудистое атеросклеротическое поражение. У этих пациентов была область гиперусиленного миокарда, которая соответствовала картине ИБС, соответствующей ИМ на СМР. У остальных 19 пациентов при коронарографии обструктивные поражения не выявлены.

Таблица 2. Характеристики пациентов с выявленной и не выявленной ИСА по данным коронарной ангиографии
Table 2. Characteristics of patients with identified and undiagnosed infarct-related artery according to coronary angiography

Характеристики	Группа пациентов с выявленной ИСА ($n=54$)	Группа пациентов с невыявленной ИСА ($n=32$)	t	P
Средний возраст, лет	$63,1 \pm 3,27$	$58,8 \pm 2,21$	1,09	0,279
Исходный тропонин Т, нг/мл	$0,79 \pm 0,15$	$0,60 \pm 0,12$	0,99	0,325
Креатинкиназа-МВ, нг/мл	$14,9 \pm 0,16$	$11,8 \pm 1,77$	1,74	0,085
ОХС, мг/дл	$185,8 \pm 21,2$	$178,8 \pm 33,5$	0,18	0,860
Триглицериды, мг/дл	$159,6 \pm 40,2$	$234,8 \pm 32,4$	1,46	0,149
ЛПНП, мг/дл	$102,6 \pm 34,2$	$93,8 \pm 22,4$	0,22	0,830
ЛПВП, мг/дл	$46,1 \pm 5,11$	$40,3 \pm 6,0$	0,74	0,464
КА	$3,14 \pm 1,02$	$3,55 \pm 0,98$	0,29	0,773

Примечание: ОХС – общий холестерин; ЛПНП – липопротеины низкой плотности; ЛПВП – липопротеины высокой плотности; КА – коэффициент атерогенности; t – критерий Стьюдента.

Обсуждение

Острый ИМ обычно возникает в результате разрыва или эрозии бляшки в коронарной артерии, широко известной как инфаркт-связанная артерия. До 14% пациентов с подозрением на ИМбпСТ диагностируется как ИМ с необструктивными коронарными артериями при инвазивной коронарной ангиографии [12].

У пациентов с ИМбпСТ идентификация ИСА может быть сложной задачей, поскольку у пациентов с большей вероятностью будет или многососудистая, или незначительная ИБС [10]. Часто из-за многососудистого поражения существует неопределенность в отношении инфаркт-связанной артерии [12].

Пациенты с ИМбпСТ отличаются гетерогенностью как в отношении клинических проявлений, так и ангиографических данных. Наше исследование показало, что идентификация ИСА у пациентов с ИМбпСТ с помощью коронарной ангиографии составила 62,8%, не удалось выявить в 37,2% случаев, с помощью МРТ сердца – в 80,2% и в 19,8% случаев соответственно. Полученные нами результаты сопоставимы с данными J.F. Heitner и соавт. [10], которые считают, что идентификация ИСА с помощью коронарографии может быть затруднена у пациентов с ИМбпСТ.

Morawska I. и соавт. [13] считают, что нужно соблюдать предельную осторожность в отсрочке проведения коронарографии у пациентов с ИМбпСТ с метаболическими нарушениями и семейным анамнезом ИБС, которые представляют повышенный риск полной окклюзии. По мнению авторов, у пациентов с высоким риском окклюзии ИСА немедленная, но не ранняя, инвазивная стратегия является разумным вариантом для спасения миокарда и улучшения прогноза [13].

Согласно современным рекомендациям [14], всем пациентам с ИМбпСТ показана ранняя инвазивная стратегия в течение 24 ч. Немедленная инвазивная ангиография рекомендуется пациентам с нестабильным ИМбпСТ в соответствии с гемодинамическим статусом, аритмиями, острой сердечной недостаточностью или постоянной болью в груди [14, 15]. Heitner J.F. и соавт. [10] отмечают, что у пациентов, которым в конечном счете проводится реваскуляризация коронарных артерий, нередко проводят реваскуляризацию только с инфаркт-несвязанных артерий, которые определяются с помощью СМР.

В идентификации ИСА может помочь ЭКГ в 12 отведениях, которая является диагностическим инструментом первой линии при обследовании пациентов с подозрением на острый коронарный синдром [16]. При проведении ЭКГ мы получили депрессию сегмента ST в 24,4% случаев, инверсию

зубца Т – в 31,4% случаев, сочетание депрессии ST и инверсии зубца Т – в 27,9% случаев. Локализация ишемизированной области при ИМбпСТ сложная, поскольку отведения с углублениями сегмента ST не указывают точно на ишемизированную область. Обычно утверждается, что депрессии сегмента ST, а также инверсии зубца Т не могут быть использованы для локализации ишемизированной области [17]. К сожалению, пациенты с ИМбпСТ не имеют ЭКГ-маркеров.

Преимуществом СМР является его способность оценивать региональную и глобальную функцию миокарда, наличие и характер рубцов, ишемию миокарда и дифференцировать коронарную и некоронарную этиологию в рамках одного исследования [1, 18]. Вазодилаторная стресс-перфузионная СМР точно выявляет обструктивную ИБС в популяции со стабильной болью в груди, а стратегия под контролем СМР снижает вероятность неадекватной инвазивной коронарографии [19]. СМР точно обнаруживает обструктивную ИБС и острый коронарный синдром при подозрении на ИМбпСТ. Необструктивная ИБС является распространенным заболеванием, при этом СМР всё ещё выявляет инфаркт почти у четверти пациентов [1]. Раннее включение СМР в диагностическую стратегию может безопасно избежать инвазивную коронарную ангиографию у значительного числа пациентов с ИМбпСТ [1]. Результаты исследования Y.J.M. van Cauteren [1] подтверждают потенциал ранней СМР у пациентов с подозрением на ИМбпСТ и позволяют выбрать тех, кому больше всего помогает дополнительная инвазивная коронарная ангиография. По данным исследования J.F. Heitner и соавт. [10] у четверти пациентов, у которых ИСА могла быть идентифицирована с помощью коронарной ангиографии, СМР не согласовывался с коронарной ангиографией и указывал на другой ИСА (14%) или новый неишемический диагноз (13%). Большинство пациентов с различными ИСА по данным СМР (80%) были с многососудистым поражением сосудов.

Заключение

Основными результатами исследования являются: 1) инфаркт-связанная артерия при коронарной ангиографии не была выявлена у 37,2% пациентов с ИМбпСТ, а при сердечно-сосудистом магнитном резонансе – у 19,8% пациентов; 2) значимая вероятность идентифицировать инфаркт-связанную артерию имела место при сердечно-сосудистом магнитном резонансе (OR=2,405, 95% ДИ 1,209–4,784, $p<0,05$). Результаты нашего исследования могут быть актуальны для пациентов с ИМбпСТ с критериями высокого риска.

Литература [References]

- 1 Van Cauteren YJM, Smulders MW, Theunissen RALJ, Gerretsen SC, Adriaans BP, Bijvoet GP et al. Cardiovascular magnetic resonance accurately detects obstructive coronary artery disease in suspected non-ST elevation myocardial infarction: a sub-analysis of the CARMENTA Trial. *J Cardiovasc Magn Reson*. 2021;23(40). <https://doi.org/10.1186/s12968-021-00723-6>
- 2 Cohen M, Visveswaran G. Defining and managing patients with non-ST-elevation myocardial infarction: Sorting through type 1 vs other types. *Clinical Cardiology*. 2020;43(3):242-250. <https://doi.org/10.1002/clc.23308>
- 3 Рябов В.В., Гомбожапова А. Э., Демьянов С.В. Портрет пациента с инфарктом миокарда без подъема сегмента ST в реальной клинической практике. Российский кардиологический журнал. 2021;26(2):4071. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2021-4071>. Ryabov V.V., Gombozhapova A.E., Demyanov S.V. Profile of a patient with non-ST segment elevation myocardial infarction in actual clinical practice. *Russian Journal of Cardiology*. 2021;26(2):4071. (In Russ). <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2021-4071>
- 4 Baumann AAW, Tavella R, Air TM, Mishra A, Montarello NJ, Arstall M, et al. Prevalence and real-world management of NSTEMI with multivessel disease. *Cardiovasc Diagn Ther*. 2022;12(1):1-11. <https://doi.org/10.21037/cdt-21-518>
- 5 Salari N, Morddarvanjoghi F, Abdolmaleki A, Rasoulpoor Sh, Khaleghi AA, Hezarkhani LA, et al. The global prevalence of myocardial infarction: a systematic review and meta-analysis. *BMC Cardiovasc Disord*. 2023;23:206. <https://doi.org/10.1186/s12872-023-03231-w>
- 6 Nadlacki B, Horton D, Hossain S, Hariharaputhiran S, Ngo L, Ali A, et al. Long term survival after acute myocardial infarction in Australia and New Zealand, 2009-2015: a population cohort study. *Med J Aust*. 2021;214(11):519-525. <https://doi.org/10.5694/mja2.51085>
- 7 Sharma M, Khanal RR, Shah S, Gajurel RM, Poudel CM, Adhikari S, et al. Occluded Coronary Artery among Non-ST Elevation Myocardial Infarction Patients in https://doi.org/artment of Cardiology of a Tertiary Care Centre: A Descriptive Cross-sectional Study. *JNMA J Nepal Med Assoc*. 2023;61(257):54-58. <https://doi.org/10.31729/jnma.7934>
- 8 Arnold J, McCann G. Cardiovascular magnetic resonance: Applications and practical considerations for the general cardiologist. *Heart*. 2020;106(3):174-81. <https://doi.org/10.1136/heartjnl-2019-314856>
- 9 Мочула О.В., Сулейманова А.С., Сухарева А.Е., Рябов В.В., Завадовский К.В. Взаимосвязь степени повреждения миокарда по данным магнитно-резонансной томографии сердца с контрастированием и лабораторных данных у пациентов с острым инфарктом миокарда. Российский кардиологический журнал. 2022;27(11):5226. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2022-5226> Mochula O.V., Su-leimanova A.S., Sukhareva A.E., Ryabov V.V., Zavadovsky K.V. Relationship between the degree of myocardial damage according to contrast-enhanced cardiac magnetic resonance imaging and laboratory data in patients with acute myocardial infarction. *Russian Journal of Cardiology*. 2022;27(11):5226. (In Russ). <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2022-5226>
- 10 Heitner JF, Senthikumar A, Harrison JK, Klem I, Sketch MH Jr, Ivanov A, et al. Identifying the Infarct-Related Artery in Patients With Non-ST-Segment-Elevation Myocardial Infarction. *Circ Cardiovasc Interv*. 2019;12(5):e007305. <https://doi.org/10.1161/CIRCINTERVENTIONS.118.007305>
- 11 Kim RJ, Albert TS, Wible JH, Elliott MD, Allen JC, Lee JC, et al. Performance of delayed-enhancement magnetic resonance imaging with gadoversetamide contrast for the detection and assessment of myocardial infarction: an international, multicenter, double-blinded, randomized trial. *Circulation*. 2008; 117:629-637. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.107.723262>
- 12 Shanmuganathan M, Barlotti A, Scarsini R, Nikolaidou C, Gara E, Burrage M, et al. A CMR first strategy in patients with suspected NSTEMI may help identify MINOCA and infarct related artery. *European Heart Journal - Cardiovascular Imaging*. 2021;22(1):jeaa356.255. <https://doi.org/10.1093/ehjci/jeaa356.255>
- 13 Morawska I, Niemiec R, Stec M, Wrona K, Bańka P, Swinarew A, et al. Total Occlusion of the Infarct-Related Artery in Non-ST-Elevation Myocardial Infarction (NSTEMI)-How Can We Identify These Patients? *Medicina (Kaunas)*. 2021;57(11):1196. <https://doi.org/10.3390/medicina57111196>
- 14 Collet JP, Thiele H, Barbato E, Barthélémy O, Bauersachs J, Bhatt DL, et al. 2020 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes in patients presenting without persistent ST-segment elevation. *Eur Heart J*. 2021;42(14):1289-1367. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehaa575>
- 15 Wang K-L, Meah MN, Bularga A, Singh T, Williams MC, Newby DE. Computed tomography coronary angiography in non-ST-segment elevation myocardial infarction. *The British Journal of Radiology*. 2022;95:1140. <https://doi.org/10.1259/bjr.20220346>
- 16 Iltaf MK, Iltaf MK. Prevalence of non-ST segment elevation myocardial infarction in patients with acute coronary syndrome having normal ECG. *International Journal of Health Sciences*. 2023;6(S10):1312-1317. <https://doi.org/10.53730/ijhs.v6nS10.13951>
- 17 Rafla S, Kamal A. Localization of the occluded vessel in acute myocardial infarction. *J Cardiol Cardiovasc Med*. 2020;5:029-033. <https://doi.org/10.29328/journal.jccm.1001082>
- 18 Dong S, Liu Y, Sun W, Wang C, Wang Y, Zhao W, et al. Analysis of Characteristics of Patients with Non-ST-Segment Elevation Myocardial Infarction by Cardiac Magnetic Resonance Imaging. *Med Sci Monit*. 2021;27:e933220. <https://doi.org/10.12659/MSM.933220>
- 19 Buckert D, Witzel S, Steinacker JM, Rottbauer W, Bernhardt P. Comparing cardiac magnetic resonance-guided versus angiography-guided treatment of patients with stable coronary artery disease: results from a prospective randomized controlled trial. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2018;11(7):987-96. <https://doi.org/10.1016/j.jcmg.2018.05.007>

Авторская справка

Халилов Шаин Джахангир оглу

Республиканский Лечебно-диагностический Центр.

ORCID 0009-0004-1824-4043; ittihaf@yahoo.com

Вклад автора: написание статьи, статистическая обработка данных.

Author's reference

Shahin J. Khalilov

Republican Medical and Diagnostic Center.

ORCID 0009-0004-1824-4043; ittihaf@yahoo.com

Author's contribution: writing an article, statistical data processing.

ПРИМЕНЕНИЕ КОСТНОЙ АУТОПЛАСТИКИ ПРИ ЛОЖНЫХ СУСТАВАХ ДИАФИЗА ПЛЕЧЕВОЙ КОСТИ

К.И. Хорак¹, П.Г. Коган¹, Д.Г. Парфеев¹, А.И. Авдеев¹, А.М. Морозов², М.Е. Пискарева²

Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Р.Р. Вредена,
ул. академика Байкова, д. 8, г. Санкт-Петербург, 195427, Россия
Тверской государственный медицинский университет, ул. Советская, д. 4, г. Тверь, 170100, Россия

Резюме. *Актуальность.* Переломы диафиза плечевой кости составляют 1–5% от общего числа травматических повреждений скелета и 20% от количества травм плечевой кости, вместе с этим, в современном обществе отсутствует тенденция к снижению травматизма, следовательно, не уменьшается и количество оперативных вмешательств, направленных на восстановление целостности кости. На протяжении десятилетий менялись подходы к тактике и выбору лекарственных препаратов для коррекции дефектов в целях сращения и восстановления двигательной функции конечности. Врачи из разных стран пытались использовать как ауто-, так и аллотрансплантаты, при этом достигнутые ими результаты значительно увеличивали шансы на выживание трансплантируемого материала. Множество проведенных в разных странах исследований лишь подтверждает их высокую актуальность, что делает задачу лечения псевдоартрозов одной из наиболее важных, но в то же время одной из наиболее трудных в травматологии и ортопедии повреждений. *Цель:* провести анализ способов применения костной аутоотрансплантации для лечения ложных суставов диафиза плечевой кости. *Материалы и методы.* Был проведен обзор литературных источников, опубликованных за последние 5 лет, по проблеме применения методов костной аутопластики при ложных суставах диафиза плечевой кости. *Результаты.* Нарушение процесса сращения плечевой кости и формирование ложного сустава делают неизбежным оперативное вмешательство, а результаты лечения напрямую зависят от определения правильных показаний к определённому виду хирургического вмешательства и грамотного выполнения предусмотренного плана лечения. Выбранная тактика лечения позволяет успешно восстановить анатомию и функцию повреждённого сегмента. Существует множество различных методов оперативного лечения ложных суставов. Основной целью применения костно-пластических материалов в травматологии и ортопедии является оптимизация репаративного остеогенеза. *Заключение.* За последние десятилетия в клинической практике изменилось множество подходов к тактике и выбору лечебных средств для восстановления целостности кости, а также восстановления опорной и двигательной функций травмированной конечности. Анализ данных, полученных из литературных источников, показал, что наилучшие результаты при лечении ложных суставов диафиза плечевой кости продемонстрировали методики, комбинирующие использование костной аутопластики и дополнительных металлоконструкций.

Ключевые слова: костная аутопластика, ложный сустав, травматология, травматизм, плечевая кость.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование проводилось без спонсорской поддержки.

Для цитирования: Хорак К.И., Коган П.Г., Парфеев Д.Г., Авдеев А.И., Морозов А.М., Пискарева М.Е. Применение костной аутопластики при ложных суставах диафиза плечевой кости. *Вестник медицинского института «РЕАВИЗ». Реабилитация, Врач и Здоровье.* 2024;14(1):68–76. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2024.1.CLIN.5>

THE USE OF BONE AUTOPLASTY FOR FALSE JOINTS OF THE HUMERUS DIAPHYSIS

Konstantin I. Khorak¹, Pavel G. Kogan¹, Dmitriy G. Parfeev¹, Aleksandr I. Avdeev¹,
Artem M. Morozov², Mariya E. Piskareva²

Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, 8, Akademika Baykova str., St. Petersburg, 195427, Russia
Tver State Medical University, 4, Sovetskaya str., Tver, 170100, Russia

Abstract. *Relevance.* Fractures of the diaphysis of the humerus account for 1–5% of the total number of traumatic skeletal injuries and 20% of the number of humerus injuries. At the same time, in modern society there is no tendency to reduce traumatism, therefore, the number of surgical interventions aimed at restoring the integrity of the bone does not decrease. Over the decades, approaches to tactics and choice of drugs for correction of defects for fusion and restoration of motor function of the limb have been changing. Physicians from different countries have tried to use both auto- and allografts, with the results they achieved significantly increasing the chances of survival of the transplanted material. The multitude of studies conducted in different countries only confirms their high relevance, which makes the task of pseudarthrosis treatment one of the most important, but at the same time one of the most difficult in traumatology and orthopedics injuries. *Objective.* To study the application of bone autotransplantation for the treatment of false joints of the diaphysis of the humerus diaphysis. *Materials and methods.* A review of the literature sources published in the last 5 years on the problem of application of bone autografting methods for false joints of the humerus diaphysis was carried out. *Results.* Disruption of the process of humerus fusion and formation of a false joint make surgical intervention inevitable, and the results of treatment directly depend on the determination of the correct indications for a certain type of surgical intervention and competent implementation of the treatment plan. The chosen treatment tactics allow successful restoration of the anatomy and function of the damaged segment. There are many different methods of surgical treatment of false joints. The main purpose of bone-plastic materials application in traumatology and orthopedics is optimization of reparative osteogenesis. *Conclusion.* Over the last decades, clinical practice has changed many approaches to the tactics and choice of therapeutic means to restore bone integrity, as well as to restore the supporting and motor functions of the traumatized limb. Analysis of the data obtained from the literature has shown that the best results in the treatment of false joints of the humerus diaphysis were demonstrated by the techniques combining the use of bone autoplasty and additional metal structures.

Keywords: bone autoplasty, false joint, traumatology, trauma, traumatism, humerus.

Competing interests. The authors declare no competing interests.

Funding. This research received no external funding.

Cite as: Khorak K.I., Kogan P.G., Parfeev D.G., Avdeev A.I., Morozov A.M., Piskareva M.E. The use of bone autoplasty for false joints of the humerus diaphysis. *Bulletin of the Medical Institute "REAVIZ". Rehabilitation, Doctor and Health.* 2024;14(1):68-76. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2024.1.CLIN.5>

Введение

По статистике травматологическая патология является второй по распространённости и первой среди причин выхода на первичную инвалидность и получения дальнейшей нетрудоспособности. Переломы диафиза плечевой кости составляют 1-5% от общего числа травматических повреждений скелета и 20% от количества травм плечевой кости, вместе с этим в современном обществе отсутствует тенденция к снижению травматизма, следовательно, не уменьшается и количество оперативных вмешательств, направленных на восстановление целостности кости [1-3].

Несмотря на заметные успехи в лечении переломов, не прослеживается тенденция к снижению осложнений, возникающих при повреждении верхних конечностей [4]. Одним из наиболее серьёзных осложнений при переломах является образование псевдоартрозов, или ложных суставов, возникающих в результате нарушения репаративной регенерации костной ткани, утраты объёма костной ткани, несоответствия её структурно-функциональных характеристик и, как следствие, несращения костных фрагментов [5-7]. Диагностика ложных суставов осуществляется при отсутствии признаков сращения кости через 6 месяцев после травмы при помощи рентгенографии [5, 8].

По статистике псевдоартрозы костей верхних конечностей возникают примерно в 5% случаев [4, 5, 9]. Исследования, проведённые Брагиной С.В. [10], Беленьким И.Г. [11] и Жаббаровым Ж.У. [12], отмечают корреляцию между развитием данных осложнений и методикой лечения перелома, так, при консервативном лечении доля несращений составляет 20,6%, а при оперативном – 8,7%. При этом, говоря о консервативной тактике лечения, необходимо учитывать предикторы несращения, к которым относят диастаз между костными фрагментами, косое направление линии перелома в верхней части диафиза, а также женский пол и курение, в то время как риск несращения при оперативном лечении связан с нестабильностью металлоконструкции [11, 13, 14]. Помимо этого, в статье Беленького И.Г. [15] освещается увеличение частоты фрагментарных переломов со значительным смещением, что требует более пристального внимания со стороны врачей в целях предотвращения развития осложнений. При этом большую роль в обеспе-

чении качественного устранения дефектов костной ткани играют индивидуальные особенности строения скелета и организма в целом, однако противоречивые данные о размерах структур плечевой кости затрудняют разработку оптимальной тактики лечения [16, 17], в связи с этим, устранение костных дефектов по-прежнему остаётся трудноразрешимой лечебной задачей [18, 19].

Отсутствие чёткого следования методологии лечения или некорректный её подбор способствуют развитию специфических ошибок и осложнений. Исходом такого лечения является необходимость повторного оперативного вмешательства с задействованием костной пластики и дополнительных металлоконструкций. Поскольку в настоящий момент нельзя признать проблему лечения переломов длинных костей полностью решённой, важную роль в развитии благоприятного исхода лечения играет комбинирование различных методик лечения, а также общих и местных зависящих от больного факторов [10, 14, 20].

Анализ литературных источников не показал единого алгоритма по оперативной коррекции ложных суставов атрофического характера. Поскольку главной причиной их формирования является сниженный регенераторный потенциал кости, необходимым условием успешного лечения является поиск различных методов воздействия на её репаративную регенерацию путём анализа и прогнозирования влияющих на неё факторов, таких как локализация дефекта кости, эффективность методов остеостимуляции и другие [5, 21, 22].

На протяжении десятилетий менялись подходы к тактике и выбору лекарственных препаратов для коррекции дефектов в целях сращения и восстановления двигательной функции конечности. Врачи из разных стран пытались использовать как ауто-, так и аллотрансплантаты, при этом достигнутые ими результаты значительно увеличивали шансы на выживание трансплантируемого материала. Множество проведённых в разных странах исследований лишь подтверждает их высокую актуальность, что делает задачу лечения псевдоартрозов одной из наиболее важных, но в то же время одной из наиболее трудных в травматологии и ортопедии повреждений [18].

Цель: провести анализ способов применения костной аутотрансплантации для лечения ложных суставов диафиза плечевой кости.

Материалы и методы

В рамках настоящего исследования был проведён обзор литературных источников, опубликованных за последние 5 лет, по проблеме применения методов костной аутопластики при ложных суставах диафиза плечевой кости. Анализ информационных источников проводился на базе поисковых систем eLIBRARY и PubMed.

Результаты

Нарушение процесса сращения плечевой кости и формирование ложного сустава делают неизбежным оперативное вмешательство, а результаты лечения напрямую зависят от определения правильных показаний к определённому виду хирургического вмешательства и грамотного выполнения предусмотренного плана лечения. Выбранная тактика лечения позволяет успешно восстановить анатомию и функцию повреждённого сегмента. Существует множество различных методик оперативного лечения ложных суставов [23–25].

Основной целью применения костно-пластических материалов в травматологии и ортопедии является оптимизация репаративного остеогенеза. Идеальному костному трансплантату необходимо обладать следующими свойствами:

- остеогенностью – способностью к образованию новой костной ткани за счёт собственных клеток;
- остеокондуктивностью – способностью служить каркасом для остеогенеза;
- остеоиндуктивностью – способностью содержать костно-постно-индуцирующие вещества;
- стабильным результатом [26, 27].

Эффективность использования материала в первую очередь зависит от данных его качеств. Таким образом, любой трансплантат, применяемый для профилактики или устранения дефектов костных или соединительных тканей, следует оценивать с учётом основных характеристик: биоактивности, биосовместимости и биорезистентности [28]. В статье Макеева А.В. [26] описано разделение костных трансплантатов на четыре основные группы: ксено-трансплантаты, аллотрансплантаты, искусственные материалы (аллопласты) и аутотрансплантаты. В данный момент именно аутотрансплантаты признаны «золотым стандартом», в сравнении с которыми оцениваются другие виды материалов.

Результаты исследования, проведённого Надыровым Э.А. и соавт. [27], показали, что характерные отличия регенерации костного дефекта после трансплантации аутогенной костной смеси заключаются в

существенно более раннем образовании костных балок, а также более зрелой структурной организации костной ткани и структур красного костного мозга. В настоящий момент большая часть научных исследований в области костной пластики направлена непосредственно на разработку методов приготовления и консервации костных трансплантатов, что способствует осуществлению регенеративного остеогенеза по оптимальному типу, а полученные в результате экспериментов данные по внедрению нового вида костной аутопластики смогут послужить теоретической базой для разработки методик коррекции костных дефектов любого генеза.

В настоящий момент наиболее подходящей и оптимальной методикой коррекции дефектов костной ткани, в том числе и ложных суставов, является применение аутопластики – пересадки аутогенной костной ткани пациента [17, 29]. Несмотря на то, что забор материала для аутотрансплантации может быть произведён из различных участков организма, исследование возможностей донорских зон способствовало широкому использованию как простых, так и очень сложных составных аутогенных трансплантатов и хорошим результатам проведённых операций, также параллельно с этим велись активные работы по исследованию потенциальных осложнений со стороны донорских зон и путей предотвращения их возникновения. В современной травматологии для коррекции костных дефектов используется множество разнообразных микрохирургических лоскутов, выбор которых напрямую зависит от индивидуальных особенностей каждого пациента [18, 26].

Так, лоскут латерального края лопатки на огибающих его сосудах обладает такими преимуществами, как низкий донорский ущерб, удобствами формирования, а также постоянной анатомией сосудистой ножки. Однако, несмотря на все свои преимущества, лопаточный лоскут чаще используется при реконструкции костей черепа [18].

В то же время Каримзаде Г.Д. [30] считает идеальным пластическим материалом для устранения костных дефектов верхних конечностей васкуляризованный лоскут малоберцовой кости. Главными преимуществами данного трансплантата являются надёжность и автономность кровоснабжения, обусловленные осевым характером питания от переродочно-кожных ветвей малоберцовой артерии и вены и обеспечивающие его приживление в условиях выраженного рубцового процесса. Также стоит отметить, что скорость сращения трансплантата с костным ложем не зависит от способа фиксации конечности. Использование малоберцового лоскута на микрососудистых анастомозах демонстрирует положительные результаты при замещении обшир-

ного пострезекционного дефекта кости. Однако подобная методика трансплантации обладает высокой сложностью хирургического вмешательства и требует наличия специального инструментария и специально подготовленного персонала. При свободной пересадке его приживление успешно проходит в 89% случаев, однако серьёзным осложнением данной операции считается перелом, частота которого, по данным некоторых авторов, составляет 17% [31–34].

Помимо этого, в литературных источниках описано использование лоскута на основе поверхностной артерии, огибающей подвздошную кость, однако его использование в свободном виде не нашло широкого применения из-за незначительного диаметра сосудов и развития ряда осложнений, в том числе болевого синдрома, однако в некоторых исследованиях имеются данные о его 100% приживлении [26, 30]. Основным преимуществом использования лоскута из гребня крыла подвздошной кости является простая техника забора, позволяющая получить достаточно большое количество костного материала для проведения операции. Также данный трансплантат обладает остеокондуктивными и остеоиндуктивными свойствами [35].

При заборе аутоотрансплантата из большой берцовой кости отмечается снижение вероятности кровотечения интраоперационно, менее выраженный болевой синдром, а также реабилитация пациента в послеоперационном периоде имеет более выраженный результат. Однако одним из отрицательных моментов для выбора большеберцовой кости является невозможность забора достаточного объёма костной ткани у детей, а также интраоперационно может быть повреждён эпифизарный хрящ, что может привести к задержке роста кости [26].

Значительно реже в литературных источниках описывается использование свободного реваскуляризованного лоскута дистального отдела лучевой кости на сосудистой ножке. Главным преимуществом данного трансплантата является большой процент приживаемости, а также высокая скорость репарации. Однако техника забора донорского материала достаточно сложна: одним из наиболее частых осложнений данной операции является перелом лучевой кости в области забора костного трансплантата. Также в силу некоторых особенностей сосудистой анатомии и немалой роли лучевой артерии в кровоснабжении кисти использование данного трансплантата не всегда возможно без нанесения вреда [36].

Сравнительно недавно стал применяться кровоснабжаемый костный лоскут из ненагружаемой зоны медиального мышечка бедренной кости, однако, несмотря на это, он прочно вошёл в практику по

всему миру. Это стало возможно благодаря его следующим преимуществам: относительно лёгкой диссекции лоскута, стабильной сосудистой анатомии и возможности его забора в трёх вариантах (костном, периостальном и остеохондральном). Однако, помимо преимуществ, у данного метода имеются и недостатки: потенциальные проблемы донорской зоны (особенно при заборе остеохондрального варианта), а также относительно небольшие размеры лоскута (до 4 см), обусловленные размерами медиального мышечка бедренной кости. Так, с учётом описанных преимуществ и недостатков, применение данного трансплантата стало «золотым стандартом» при коррекции небольших костных дефектов (как правило, костей запястья), а также остеохондральных дефектов [37, 38].

Современная травматология и ортопедия обладает обширным арсеналом методов коррекции посттравматических дефектов костной ткани. Таким образом, в настоящий момент можно выделить четыре варианта проведения аутопластики:

- аутопластика несвободным васкуляризованным трансплантатом по Г.А. Илизарову;
- свободная васкуляризованная аутопластика (трансплантат на сосудистой ножке);
- аутопластика свободным невакуляризованным трансплантатом;
- комбинированная аутопластика [30, 39].

Несвободную костную пластику по Г.А. Илизарову и реплантацию в дефект васкуляризованного или свободного аутоотрансплантата, а также разные виды свободной костной ауто- и аллопластики можно считать относительно эффективными. Однако идеальную форму костной пластики представляет собой замещение костных дефектов по Г.А. Илизарову, когда в проблемной зоне дозированно и направленно формируется хорошо васкуляризованный регенерирующий фрагмент, сохраняющий мягкие и покровные ткани. Теоретически, данный метод позволяет скорректировать костный дефект любой формы и длины. Замещение костных дефектов с удлинением отломков по Г.А. Илизарову считается одним из самых естественных методов замещения дефектов. В качестве недостатков методики можно выделить длительность лечения, необходимость постоянного контроля в период дистракции, длящийся до 3–4 месяцев, а также неудобство для пациента. Костная пластика с использованием губчатой аутокости считается эффективным средством при повторных операциях и рекомендуется большей частью исследователей, использующих методы внутренней фиксации. Сам по себе аутоотрансплантат обладает хорошими кондуктивными и индуктивными качествами, однако слишком

быстро резорбируется, не всегда приводя к консолидации [4, 20, 40].

Однако, в силу некоторых причин, применения аутопластики для полной коррекции костных дефектов не всегда достаточно [41, 42]. В качестве альтернативы возможно использование костнозамещающих материалов биологической и небиологической природы, в том числе применение тканеинженерных конструкций, полноценно имитирующих аутогенную костную ткань в необходимом объёме [43]. Неорганические имплантаты интегрируются благодаря адсорбции ионов и протеинов на их поверхности с последующим формированием биопленки и адгезией клеток, а органические – замещают дефект ткани за счёт прорастания сосудов вглубь ткани имплантата [4].

Так, в статье Анастасиевой Е.А. и соавторов [29] была продемонстрирована возможность использования депротеинизированной костной ткани в качестве матрицы для тканеинженерной конструкции, и по результатам оценки тканей области имплантации отсутствовали какие-либо признаки воспалительного процесса или деструктивных изменений ткани, что показало биологическую безопасность их применения в отношении живых тканей. Помимо этого, особый интерес представляют искусственные биорезорбируемые гидрогелевые матриксы, полученные из компонентов внеклеточного матрикса. Применение коллагенового гидрогеля в комбинации с губчатой аутокостью позволило Давыдову Д.В. [4] и Гуражеву М.Б. [5] улучшить результаты лечения атрофических ложных суставов и сократить срок сращения на 20%, а эксперимент Жукова Д.В. и соавт. [44] по применению костной цементной фиксации вообще не показал положительных результатов.

Исследование, проведённое Тишковым Н.В. [9], позволило систематизировать и предложить для лечения ложных суставов диафиза плечевой кости технологию комбинированного чрескостного компрессионного остеосинтеза в комбинации с продольной кортикотомией в области псевдоартроза, позволившей стимулировать процессы репарации костной ткани, а также оценить её клиническую эффективность. Применение данной методики совместно с соблюдением рекомендуемых позиций для введения чрескостных конструкций и оптимальной установки чрескостного аппарата позволило стабильно зафиксировать костные фрагменты на протяжении всего периода фиксации в чрескостном аппарате с возможностью сохранения движения в локтевом и плечевом суставах. Сочетание компрессии и продольной кортикотомии в зоне ложного сустава позволило авторам добиться ускорения восстановления целостности костной ткани [9].

Обсуждение

Таким образом, развитие травматологии и ортопедии активно способствует постоянному пополнению спектра имплантов, которые можно использовать для заращения ложных суставов диафиза плечевой кости. Для производства имплантов задействуют как биологические, так и синтетические материалы. Наиболее перспективными считаются разработки тканевой биоинженерии, позволяющие объединять и структурировать совершенно различные по своей природе материалы в костных заместителях, особенно, когда их использование дополнено применением клеточных технологий или внедрением биологически активных молекул. В то же время большая часть исследований имплантов, включающих клеточные стратегии, производилась только на животных моделях, что сильно ограничило спектр их клинического применения, поскольку человеческая костная ткань обладает своими характерными особенностями заживления. Кроме того, перед внесением любых препаратов в спектр терапевтических необходимо предварительно детально исследовать потенциальные противопоказания и побочные действия каждой из предлагаемых методик [45].

По данным литературных источников, рациональное сочетание костной аутопластики различных методик остеосинтеза является хорошей альтернативой, обеспечивающей снижение вероятности неблагоприятного исхода лечения. Грамотная комбинация трансплантата, а также средств внутренней и внешней фиксации позволяет полностью восстановить повреждённую кость, предотвратить развитие осложнений и достичь удовлетворительного клинического результата. Описанный выше костнозамещающий метод широко используется как в отечественных, так и в зарубежных клиниках [20, 32, 46].

Для устранения ложных суставов применяется широкое разнообразие микрохирургических лоскутов, самыми распространёнными из них можно назвать лоскут латерального края лопаточной кости на огибающих её сосудах, васкуляризованные лоскуты большеберцовой и малоберцовой костей, лоскут на артерии, огибающей подвздошную кость, а также лоскут из ненагружаемой зоны медиального мыщелка бедренной кости и различные биогенные импланты. Следует отметить отсутствие единства взглядов на проблему у разных авторов, что говорит о возможности выбора тактики лечения в соответствии с особенностями повреждения и организма пациента, а также оснащения больницы и подготовки и предпочтений медицинского персонала. Все имеющиеся хирургические методы лечения пациентов с ложными суставами и дефектами длинных костей нижних конечностей обладают как

доказанным положительным эффектом, так и существенными недостатками. Сравнивая различные методики проведения операций и типы аутотрансплантатов, можно сделать следующие выводы: использование в качестве донорского материала крыла гребня подвздошной кости, несмотря на простую технику забора костного материала, наносит достаточно большой ущерб. Лоскут дистальной части лучевой кости обладает достаточно непостоянной сосудистой анатомией и сложной техникой пересадки, хотя более быстро приживается. Лоскут латерального края лопатки лишен недостатков, характерных для первых двух аутотрансплантатов, однако он чаще используется при реконструкции костей черепа и не находит широкого применения в пластике диафиза плечевой кости. В то же время васкуляризированный лоскут малоберцовой кости практически лишён недостатков: он обладает надежным и автономным кровоснабжением, высокой скоростью сращения и приживаемостью. Главная сложность в его использования заключается в

технике проведения операции, требующей наличия специального инструментария и подготовленного персонала. Однако, к сожалению, на данном этапе развития травматологии и ортопедии проблему устранения ложных суставов, в том числе и плечевой кости, всё ещё нельзя признать решённой до конца.

Заключение

За последние десятилетия в клинической практике предложено множество подходов к тактике и выбору лечебных средств для восстановления целостности кости, а также восстановления опорной и двигательной функций травмированной конечности. Анализ данных, полученных из литературных источников, показал, что наилучшие результаты при лечении ложных суставов диафиза плечевой кости продемонстрировали методики, комбинирующие использование костной аутопластики и дополнительных металлоконструкций.

Литература [References]

- 1 Голубев И.О., Саруханян А.Р., Меркулов М.В. и др. Эффективность кровоснабжаемой и обычной костной пластики в достижении сращения при ложных суставах плечевой кости. *Гений ортопедии*. 2021;2:182–186. Golubev I.O., Sarukhanyan A.R., Merkulov M.V. et al. The effectiveness of blood-supplied and conventional bone grafting in achieving fusion with false joints of the humerus. *The genius of orthopedics*. 2021;2:182–186. (In Russ). <https://doi.org/10.18019/1028-4427-2021-27-2-182-186>
- 2 Алсмади Я.М., Загородный Н.В., Солод Э.И. и др. Результаты конверсионного остеосинтеза при лечении пациентов с переломами длинных костей. *Вестник Российского университета дружбы народов*. 2019;3:257–270. Alsmadi Ya.M., Zagorodny N.V., Solod E.I., etc. Results of conversion osteosynthesis in the treatment of patients with long bone fractures. *Bulletin of the Peoples' Friendship University of Russia*. 2019; 3: 257–270. (In Russ). <https://doi.org/10.22363/2313-0245-2019-23-3-257-270>
- 3 Переверзев И.А., Переверзев А.Г., Переверзева Ю.О. и др. Особенности переломов плечевой кости. *Интегративные тенденции в медицине и образовании*. 2020;4:59–63. Pereverzev I.A., Pereverzev A.G., Pereverzeva Yu.O. et al. Features of fractures of the humerus. *Integrative trends in medicine and education*. 2020;4:59–63. (In Russ).
- 4 Давыдов Д.В., Аль-Ханих М.А., Брижань Л.К., Грицюк А.А. Результаты применения биодеградируемых гелей при лечении ложных суставов костей верхних конечностей. *Кафедра травматологии и ортопедии*. 2021;3(45):84–92. Davydov D.V., Al-Hanikh M.A., Brizhan L.K., Gritsyuk A.A. Results of the use of biodegradable gels in the treatment of false joints of upper limb bones. *Department of Traumatology and Orthopedics*. 2021;3(45):84–92. (In Russ). <https://doi.org/10.17238/issn2226-2016.2021.3.84-92>
- 5 Гуражев М.Б., Баитов В.С., Гаврилов А.Н., Павлов В.В., Корыткин А.А. Методы замещения костного дефицита большеберцовой кости при первичном эндопротезировании коленного сустава: систематический обзор литературы. *Травматология и ортопедия России*. 2021;27(3):173–188. Gurazhev M.B., Baitov V.S., Gavrilov A.N., Pavlov V.V., Korytkin A.A. Methods of replacement of tibial bone deficiency in primary knee replacement: a systematic review of the literature. *Traumatology and orthopedics of Russia*. 2021;27(3):173–188. (In Russ). <https://doi.org/10.21823/2311-2905-2021-27-3-173-188>
- 6 Давыдов Д.В., Аль-Ханих М.А., Брижань Л.К. Лечение атрофических ложных суставов ключицы с применением биогеля. *Кафедра травматологии и ортопедии*. 2022;2(48):26–33. Davydov D. V., Al-Hanikh M.A., Brizhan L.K. Treatment of atrophic false collarbone joints using biogel. *Department of Traumatology and Orthopedics*. 2022;2(48):26–33. (In Russ). <https://doi.org/10.17238/2226-2016-2022-2-26-33>
- 7 Stewart S.K. Fracture non-union: a review of clinical challenges and future research needs. *Malaysian Orthop J*. 2019;13(2):1–10. <https://doi.org/10.5704%2FMOJ.1907.001>
- 8 Jaloux C., Bettex Q., Levadoux M. et al. Free vascularized medial femoral condyle corticoperiosteal flap with non-vascularized iliac crest graft for the treatment of recalcitrant clavicle non-union. *J. Plast. Reconstr. Aesthet. Surg.* 2020;73(7):1232–1238. <https://doi.org/10.1016/j.bjps.2020.03.018>
- 9 Тишков Н.В. Комбинированный чрескостный остеосинтез перелома диафиза плечевой кости при нарушениях репаративного процесса (клинический случай). *Acta Biomedica Scientifica (East Siberian Biomedical Journal)*. 2020;6:211–215. Tishkov N.V. Combined transosseous osteosynthesis of a fracture of the humerus diaphysis in disorders of the reparative process (clinical case). *Acta Biomedica Scientifica (East Siberian Biomedical Journal)*. 2020;6:211–215. (In Russ). <https://doi.org/10.29413/ABS.2020-5.6.26>
- 10 Брагина С.В., Искусов П.В., Лапидус Д.А. и др. Нестабильный остеосинтез перелома диафиза плечевой кости как причина ложного сустава и обширного дефекта кости (клинический случай). *Травматология и ортопедия России*. 2020;3:150–157. Bragina S.V., Iskusov P.V., Lapidus D.A. et al. Unstable osteosynthesis of a fracture of the humerus diaphysis as the cause of a false joint and extensive bone defect (clinical case). *Traumatology and orthopedics of Russia*. 2020;3:150–157. (In Russ). <https://doi.org/10.21823/2311-2905-2020-26-3-150-157>
- 11 Беленький И.Г. Комментарий к статье "Нестабильный остеосинтез перелома диафиза плечевой кости как причина ложного сустава и обширного дефекта кости (клинический случай)". *Травматология и ортопедия России*. 2020;3:158–162. Belenky I. G. Comment on the article "Unstable osteosynthesis of a fracture of the humerus diaphysis as the cause of a false joint and extensive bone defect (clinical case)". *Traumatology and orthopedics of Russia*. 2020;3:158–162. (In Russ). <https://doi.org/10.21823/2311-2905-2020-26-3-158-162>

- 12 Жаббаров Ж.Ю., Мунинов А.Ш., Орипов А.А., Фозилов Х.Т. Сравнительный анализ результатов использования трех способов остеосинтеза при переломах диафиза плечевой кости. *Актуальные проблемы теоретической и клинической медицины*. 2019;3:45-48. Zhabbarov Zh.Yu., Muminov A.Sh., Oripov A.A., Fozilov H.T. Comparative analysis of the results of using three methods of osteosynthesis in fractures of the humerus diaphysis. *Actual problems of theoretical and clinical medicine*. 2019;3:45-48. (In Russ).
- 13 Updegrove G.F., Mourad W., Abboud J.A. Humeral shaft fractures. *J Shoulder Elbow Surg*. 2018;27:e87-e97. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2017.10.028>
- 14 Монастырев В. В., Пономаренко Н.С., Тишков Н.В. Использование аутоотрансплантата из диафиза малоберцовой кости при хирургическом лечении пациентов с переломами проксимального отдела плечевой кости на фоне критического остеопороза. *Acta Biomedica Scientifica (East Siberian Biomedical Journal)*. 2020;6:205-210. Monastirev V. V., Ponomarenko N.S., Tishkov N.V. The use of an autograft from the fibular diaphysis in the surgical treatment of patients with fractures of the proximal humerus on the background of critical osteoporosis. *Acta Biomedica Scientifica (East Siberian Biomedical Journal)*. 2020;6:205-210. (In Russ). <https://doi.org/10.29413/ABS.2020.5.6.25>
- 15 Беленький И.Г., Майоров Б.А. Методы малоинвазивного на костного остеосинтеза при лечении переломов диафиза плечевой кости. *Opinion Leader*. 2020;1(30):84-92. Belenky I.G., Mayorov B.A. Methods of minimally invasive bone osteosynthesis in the treatment of fractures of the humerus diaphysis. *Opinion Leader*. 2020;1(30):84-92. (In Russ).
- 16 Яшина И.Н., Гомон М.С. К вопросу о строении плечевой кости современного человека. *Современные проблемы науки и образования*. 2019;1:60. Yashina I.N., Gomom M.S. On the structure of the humerus of modern man. *Modern problems of science and education*. 2019;1:60. (In Russ).
- 17 Кирилова И.А., Подорожная В.Т. Сравнительная характеристика материалов для костной пластики: состав и свойства. В кн.: Физико-химические и механические свойства внеклеточного матрикса как сигналы для управления пролиферацией, дифференцировкой, подвижностью и таксисом клеток. Москва: ФИЗМАТЛИТ. 2021;27-54. Kirilova I.A., Podorozhnaya V.T. Comparative characteristics of materials for bone grafting: composition and properties. In: Physico-chemical and mechanical properties of the extracellular matrix as signals for controlling cell proliferation, differentiation, mobility and taxis. Moscow: FIZMATLIT. 2021;27-54. (In Russ).
- 18 Каплунов О.А., Демкин С.А., Каплунов К.О., Некрасов Е.Ю. Персонификация тактики лечения псевдоартрозов длинных костей с учетом предшествующих этапов лечения и коморбидности. *Лечащий врач*. 2023;2:12-17. Kaplunov O.A., Demkin S.A., Kaplunov K.O., Nekrasov E.Yu. Personification of the tactics of treatment of pseudoarthrosis of long bones, taking into account the previous stages of treatment and comorbidity. *The attending physician*. 2023;2:12-17. (In Russ). <https://doi.org/10.51793/OS.2023.26.2.002>
- 19 A Siebelt M., de Vos-Jakobs S., Koenrades N., van Nieuwenhoven C. Congenital Forearm Pseudarthrosis, a Systematic Review for a Treatment Algorithm on a Rare Condition. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2019;40(5):1. <https://doi.org/10.1097/BPO.0000000000001417>
- 20 Давилов Ш.М., Уринбоев П.У. Лечение пациента с открытым переломом плечевой кости с обширным дефектом костной ткани с использованием костной пластики (случай из практики). *Гений ортопедии*. 2022;1:91-96. Davirov Sh.M., Urinboev P.U. Treatment of a patient with an open fracture of the humerus with an extensive bone defect using bone grafting (a case from practice). *The genius of orthopedics*. 2022;1:91-96. (In Russ). <https://doi.org/10.18019/1028-4427-2022-28-1-91-96>
- 21 Ходжанов И.Ю., Рахимов А.М., Косимов А.А. Сравнительный анализ результатов хирургического лечения несросшихся переломов и ложных суставов костей предплечья. *Гений ортопедии*. 2021;2:199-208. Khodzhanov I.Yu., Rakhimov A.M., Kosimov A.A. Comparative analysis of the results of surgical treatment of ungrown fractures and false joints of the forearm bones. *The genius of orthopedics*. 2021;2:199-208. (In Russ). <https://doi.org/10.18019/1028-4427-2021-27-2-199-208>
- 22 Kenan M.A., Habib H.R. Diaphyseal Fracture-Nonunion of Forearm Bone Treated by Compression Plating Aided with Autologous Bone Grafting - A Study Outcome. *J. Orthop. Clin. Stu. Adv. Res*. 2018;2(1). <https://doi.org/10.16966/2576-6449.106>
- 23 Maresca A., Sangiovanni P., Cerbasi S. et al. Why a surgically treated humeral shaft fracture became a nonunion: review of 11 years in two trauma centers. *Musculoskelet. Surg*. 2017;101(2):105-112. <https://doi.org/10.1007/s12306-017-0509-5>
- 24 Zaidenberg E.E., Cesca F.J., Pastrana M.J., Zaidenberg C.R. Pedicled Vascularized Bone Graft of the Distal Radius for Recalcitrant Nonunion of the Distal Humerus. *J. Orthop. Trauma*. 2018;32(10):e394-e399. <https://doi.org/10.1097/BOT.0000000000001255>
- 25 Михайлов И. Н., Пусева М.Э., Бальжинимаяев Д.Б. Опыт лечения ложного сустава диафиза лучевой кости, сочетающегося с крупным дефектом диафиза локтевой кости (случай из практики). *Acta Biomedica Scientifica (East Siberian Biomedical Journal)*. 2018;5:159-163. Mikhailov I. N., Puseva M.E., Balzhinimayev D.B. Experience in the treatment of a false joint of the radius diaphysis combined with a major defect of the ulna diaphysis (a case from practice). *Acta Biomedica Scientifica (East Siberian Biomedical Journal)*. 2018;5:159-163. (In Russ). <https://doi.org/10.29413/ABS.2018-3.5.24>
- 26 Makeev A. B., Топольницкий О.З., Федотов Р.Н. Использование различных видов аутоотрансплантатов при костной пластики расщелины альвеолярного отростка. *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Медицина*. 2020;1:69-74. Makeev A.V., Topolnitsky O.Z., Fedotov R.N. The use of various types of autografts in bone grafting of the cleft of the alveolar process. *Bulletin of the Peoples' Friendship University of Russia. Series: Medicine*. 2020;1:69-74. (In Russ). <https://doi.org/10.22363/2313-0245-2020-24-1-69-74>
- 27 Надыров Э.А., Николаев В.И., Кириленко С.И. и др. Морфологическая характеристика регенерации костной ткани при использовании трансплантационной костной аутосмеси. *Проблемы здоровья и экологии*. 2019;4(62):57-62. Nadyrov E.A., Nikolaev V.I., Kirilenko S.I. et al. Morphological characteristics of bone tissue regeneration using bone transplantation autosome. *Problems of health and ecology*. 2019;4(62):57-62. (In Russ).
- 28 Погосян Н.М., Новожилова М.С., Габов Р.С., Рыжова И.П. Разработка малоинвазивного способа подготовки костной ткани перед имплантацией с использованием биологического потенциала собственного организма. *Актуальные проблемы медицины*. 2020;2:249-256. Pogosyan N.M., Novozhilova M.S., Gabov R.S., Ryzhova I.P. Development of a minimally invasive method for preparing bone tissue before implantation using the biological potential of one's own body. *Actual problems of medicine*. 2020;2:249-256. (In Russ). <https://doi.org/10.18413/2687-0940-2020-43-2-249-256>
- 29 Анастасиева Е.А., Черданцева Л.А., Толстикова Т.Г., Кирилова И.А. Использование депротеинизированной костной ткани в качестве матрицы тканеинженерной конструкции: экспериментальное исследование. *Травматология и ортопедия России*. 2023;1:46-59. Anastasieva E.A., Cherdantseva L.A., Tolstikova T.G., Kirilova I.A. The use of deproteinized bone tissue as a matrix of tissue engineering design: an experimental study. *Traumatology and orthopedics of Russia*. 2023;1:46-59. (In Russ). <https://doi.org/10.17816/2311-2905-2016>
- 30 Каримзаде Г. Д. Аутоотрансплантация при хирургическом лечении тяжёлых повреждений верхних конечностей. *Евразийский научно-медицинский журнал "Сино"*. 2021;3:24-29. Karimzade G. D. Autotransplantation in the surgical treatment of severe upper limb injuries. *Eurasian Scientific and Medical journal "Sino"*. 2021;3:24-29. (In Russ). https://doi.org/10.54538/27075265_2021_2_3_24
- 31 Минасов Б.Ш., Бикташева Э.М., Валеев М.М. Циркулярная резекция локтевой кости при гигантоклеточной опухоли с одномоментной пластикой васкуляризованным фрагментом малоберцовой кости. *Гений ортопедии*. 2019;3:388-392. Minasov B.Sh., Biktasheva

- Е.М., Valeev M.M. Circular resection of the ulna in giant cell tumor with simultaneous plastic surgery with a vascularized fragment of the fibula. *The genius of orthopedics*. 2019;3:388-392. (In Russ).
- 32 Голяна С.И. Использование кровоснабжаемых костных аутотрансплантатов в хирургическом лечении детей с ложными суставами и дефектами ключицы. *Современные проблемы науки и образования*. 2022;6-1:154. Golyana S.I. The use of blood-supplied bone autografts in the surgical treatment of children with false joints and clavicle defects. *Modern problems of science and education*. 2022;6-1:154. (In Russ). <https://doi.org/10.17513/spno.32317>
 - 33 Ладутько Д., Подгайский В., Ладутько Ю. и др. Выбор методов фиксации костных фрагментов при аутопластике дефектов длинных трубчатых костей. *Наука и инновации*. 2021;3(217):72-79. Ladutko D., Podhaisky V., Ladutko Yu. and others. Selection of methods for fixation of bone fragments during autoplasty of defects of long tubular bones. *Science and innovation*. 2021;3(217):72-79. (In Russ). <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2021-3-72-79>
 - 34 Ткаченко М. В., Хомянец В.В., Иванов В.С. Пересадка свободного кожно-костного малоберцового лоскута у раненого с огнестрельным дефектом диафизов костей предплечья. *Травматология и ортопедия России*. 2018;1:123-128. Tkachenko M. V., Khominets V.V., Ivanov V.S. Transplantation of a free skin-bone fibular flap in a wounded man with a gunshot defect of the diaphysis of the forearm bones. *Traumatology and orthopedics of Russia*. 2018;1:123-128. (In Russ). <https://doi.org/10.21823/2311-2905-2018-24-1-123-128>
 - 35 Заболотко Н.В., Разгова К.К. Осложнения после взятия аутотрансплантата из крыла подвздошной кости. *Scientist (Russia)*. 2019;4(10):8. Zabolotko N. V., Razhova K.K. Complications after taking an autograft from the iliac wing. *Scientist (Russia)*. 2019;4(10):8.
 - 36 Миланов Н.О., Зелянин А.С., Филиппов В.В., Назоев К.В. Принцип выбора свободных реvascularизируемых надкостничнокортикальных аутотрансплантатов в реконструктивной хирургии конечностей. *Сеченовский вестник*. 2010;1:47-55. Milanov N.O., Zelyanin A.S., Filippov V.V., Nazoev K.V. The principle of choosing free revascularized periosteal cortical autografts in reconstructive limb surgery. *Sechenovskiy Bulletin*. 2010;1:47-55. (In Russ).
 - 37 Мельников В.С., Бабаева Ю.В., Хентов А.А. и др. Опыт применения кровоснабжаемого костного лоскута из внутреннего мыщелка бедренной кости для реконструкции костей верхней конечности. *Вопросы реконструктивной и пластической хирургии*. 2020;3(74):37-46. Melnikov V.S., Babaeva Yu.V., Khentov A.A. et al. Experience in the use of a blood-supplied bone flap from the inner condyle of the femur for the reconstruction of the bones of the upper limb. *Issues of reconstructive and plastic surgery*. 2020;3(74):37-46. (In Russ). <https://doi.org/10.17223/1814147/74/04>
 - 38 Nicholas P., Kollitz K.M., Bishop A.T., Shin A.Y. Free Vascularized Medial Femoral Condyle Bone Graft After Failed Scaphoid Nonunion Surgery. *J Bone Joint Surg Am*. 2018;100:1379-1386.
 - 39 Шастов А.Л., Кононович Н.А., Горбач Е.Н. Проблема замещения посттравматических дефектов длинных костей в отечественной травматолого-ортопедической практике. *Гений ортопедии*. 2018;24(2):252-257. Shastov A.L., Kononovich N.A., Gorbach E.N. The problem of replacement of post-traumatic defects of long bones in the domestic trauma and orthopedic practice. *The genius of orthopedics*. 2018;24(2):252-257. (In Russ).
 - 40 Ладутько Д., Подгайский В., Ладутько Ю. и др. Выбор методов фиксации костных фрагментов при аутопластике дефектов длинных трубчатых костей. *Наука и инновации*. 2021;3 (217):72-79. Ladutko D., Podhaisky V., Ladutko Yu. and others. Selection of methods for fixation of bone fragments during autoplasty of defects of long tubular bones. *Science and innovation*. 2021;3 (217):72-79. (In Russ). <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2021-3-72-79>
 - 41 Шастов А.Л., Кононович Н.А., Горбач Е.Н. Проблема замещения посттравматических дефектов длинных костей в отечественной травматолого-ортопедической практике (обзор литературы). *Гений ортопедии*. 2018;24(2):252-257. Shastov A.L., Kononovich N.A., Gorbach E.N. The problem of replacement of posttraumatic defects of long bones in the domestic traumatological and orthopedic practice (literature review). *The genius of orthopedics*. 2018;24(2):252-257. (In Russ). <https://doi.org/10.18019/1028-4427-2018-24-2-252-257>
 - 42 Wang W., Yeung K.W.K. Bone grafts and biomaterials substitutes for bone defect repair: A review. *Bioact Mater*. 2017;2(4):224-247. <https://doi.org/10.1016/j.bioactmat.2017.05.007>
 - 43 Корыткин А.А., Захарова Д.В., Новикова Я.С. и др. Опыт применения индивидуальных трехфланцевых вертлужных компонентов при ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2017;23(4):101-111. Korytkin A.A., Zakharova D.V., Novikova Ya.S. et al. Experience in the use of individual three-flanged acetabulum components in revision hip replacement. *Traumatology and orthopedics of Russia*. 2017;23(4):101-111. (In Russ). <https://doi.org/10.21823/2311-2905-2017-23-4-101-111>
 - 44 Жуков Д.В., Зайдман А.М., Надеев А.П. и др. Патоморфологические изменения костной ткани и почек при имплантации костного цемента. *Уральский медицинский журнал*. 2017;4(148):97-103. Zhukov D.V., Zaidman A.M., Nadeev A.P. et al. Pathomorphological changes in bone tissue and kidneys during implantation of bone cement. *Ural Medical Journal*. 2017;4(148):97-103. (In Russ).
 - 45 Власова Т.И., Арсентьева Е.В., Худайберенова Г.Д., Полякова Д.И. Современный взгляд на использование костных заменителей и возможность усиления остеогенности клеточными технологиями. *Медицинский вестник Башкортостана*. 2020;2(86):53-58. Vlasova T.I., Arsentieva E.V., Khudaibergenova G.D., Polyakova D.I. Modern view on the use of bone substitutes and the possibility of enhancing osteogenicity by cellular technologies. *Medical Bulletin of Bashkortostan*. 2020;2(86):53-58. (In Russ).
 - 46 Прохорова Е.С., Уразгильдеев Р.З., Еремушкин М.А., Колышенков В.А. Современные подходы к лечению пациентов с ложными суставами и дефектами длинных костей нижних конечностей: аналитический обзор. *Вестник восстановительной медицины*. 2020;2(96):84-89. Prokhorova E.S., Urazgildeev R.Z., Eremushkin M.A., Kolyzhenkov V.A. Modern approaches to the treatment of patients with false joints and defects of the long bones of the lower extremities: analytical review. *Bulletin of Restorative Medicine*. 2020;2(96):84-89. (In Russ). <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2020-96-2-84-89>

Авторская справка**Хорак Константин Иосифович**

Врач травматолог-ортопед, Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени П.П. Вредена.

ORCID 0000-0003-4043-4164; kostet0808@mail.ru

Вклад автора: анализ данных литературы.

Author's reference**Konstantin I. Khorak**

Orthopedic Traumatologist, Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics.

ORCID 0000-0003-4043-4164; kostet0808@mail.ru

Author's contribution: literature data analysis.

Коган Павел Геннадьевич

Канд. мед. наук, врач травматолог-ортопед, Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Р.Р. Вредена.

ORCID 0000-0002-7179-4851

Вклад автора: подготовка концепции работы, анализ трендов.

Парфеев Дмитрий Геннадьевич

Канд. мед. наук, врач травматолог-ортопед, зав. отделением номер 1, Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Р.Р. Вредена.

ORCID 0000-0001-8199-7161

Вклад автора: подготовка текста работы.

Авдеев Александр Игоревич

Канд. мед. наук, врач травматолог-ортопед, Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Р.Р. Вредена.

ORCID 0000-0002-1557-1899

Вклад автора: подготовка текста работы.

Морозов Артём Михайлович

Канд. мед. наук, доцент кафедры общей хирургии, Тверской государственный медицинский университет.

ORCID 0000-0003-4213-5379

Вклад автора: анализ данных литературы.

Пискарева Мария Евгеньевна

Студентка, Тверской государственный медицинский университет.

ORCID 0000-0002-4329-2539

Вклад автора: анализ данных литературы.

Pavel G. Kogan

Cand. Sci. (Med.), Orthopedic Traumatologist, Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics.

ORCID 0000-0002-7179-4851

Author's contribution: preparing a concept of work, analysing trends.

Dmitriy G. Parfenov

Candidate of Medical Sciences, orthopedic traumatologist, Head. Department number 1, Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics.

ORCID 0000-0001-8199-7161

Author's contribution: preparation of the text of the work.

Aleksandr I. Avdeev

Cand. Sci. (Med.), orthopedic traumatologist, Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics.

ORCID 0000-0002-1557-1899

Author's contribution: preparation of the text of the work.

Artem M. Morozov

Cand. Sci. (Med.), Associate Professor of the Department of General Surgery, Tver State Medical University.

ORCID 0000-0003-4213-5379

Author's contribution: literature data analysis.

Mariya E. Piskareva

Student, Tver State Medical University.

ORCID 0000-0002-4329-2539

Author's contribution: literature data analysis.

ОБЗОРНАЯ СТАТЬЯ

<https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2024.1.CLIN.6>

REVIEW ARTICLE

УДК 616.248+616.24-008.4

БРОНХИАЛЬНАЯ АСТМА И ХРОНИЧЕСКАЯ ОБСТРУКТИВНАЯ БОЛЕЗНЬ ЛЁГКИХ: ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ В ПРАКТИКЕ ВРАЧА

А.И. Михайловичева, В.В. Смирнов

Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий,
Ореховый бульвар, д. 28, г. Москва, 115682, Россия

Резюме. В статье рассматриваются возможности функциональной диагностики респираторной функции лёгких у пациентов с бронхиальной астмой и хронической обструктивной болезнью лёгких. Такие функциональные методы диагностики, как капнометрия, спирометрия, оценка диффузионной способности лёгких и вымывание азота при множественном дыхании, могут использоваться не только для оценки дисфункции дыхательных путей, но и для наблюдения за течением заболевания. Необходимо дальнейшее развитие методов по изучению респираторной функции лёгких и, по возможности, их внедрение в повседневную клиническую практику. Целью данного обзора явились возможности диагностических тестов для оценки вентиляционной и газообменной функции лёгких у пациентов с бронхиальной астмой и хронической обструктивной болезнью лёгких.

Ключевые слова: капнометрия, спирометрия, функциональная диагностика, вымывание азота, диффузионная способность лёгких, бронхиальная астма, хроническая обструктивная болезнь лёгких.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование проводилось без спонсорской поддержки.

Для цитирования: Михайловичева А.И., Смирнов В.В. Бронхиальная астма и хроническая обструктивная болезнь лёгких: диагностические возможности в практике врача. *Вестник медицинского института «РЕАВИЗ». Реабилитация, Врач и Здоровье.* 2024;14(1):77-85. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2024.1.CLIN.6>

BRONCHIAL ASTHMA AND CHRONIC OBSTRUCTIVE PULMONARY DISEASE: DIAGNOSTIC CAPABILITIES IN A DOCTOR'S PRACTICE

Anna I. Mikhaylovicheva, Vladimir V. Smirnov

Federal Scientific and Clinical Center for Specialized Types of Medical Care and Medical Technologies,
Orekhovy Boulevard, 28, Moscow, 115682, Russia

Abstract. The article discusses the possibilities of functional diagnostics of the respiratory function of the lungs in patients with bronchial asthma and chronic obstructive pulmonary disease. Functional diagnostic methods such as capnometry, spirometry, assessment of lung diffusivity and multiple breath nitrogen washout can be used not only to assess airway dysfunction, but also to monitor the course of the disease. There is a need for further development of methods for studying the respiratory function of the lungs and, if possible, their introduction into everyday clinical practice. The purpose of this review was the possibility of diagnostic tests to assess the ventilation and gas exchange function of the lungs in patients with bronchial asthma and chronic obstructive pulmonary disease.

Keywords: capnometry, spirometry, functional diagnostics, multiple breath nitrogen washout, lung diffusion capacity, bronchial asthma, chronic obstructive pulmonary disease.

Competing interests. The authors declare no competing interests.

Funding. This research received no external funding.

Cite as: Mikhaylovicheva A.I., Smirnov V.V. Bronchial asthma and chronic obstructive pulmonary disease: diagnostic capabilities in a doctor's practice. *Bulletin of the Medical Institute "REAVIZ". Rehabilitation, Doctor and Health.* 2024;14(1):77-85. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2024.1.CLIN.6>

Введение

Бронхиальная астма (БА) является гетерогенным заболеванием, характеризующимся хроническим воспалением дыхательных путей, наличием респираторных симптомов, таких как свистящие хрипы, одышка, заложенность в груди и кашель, которые варьируют по времени и интенсивности и проявляются вместе с вариабельной обструкцией дыхательных путей [1]. Бронхиальная астма является наиболее распространённым хроническим заболеванием лёгких среди людей во всем мире. Это одно из наиболее часто встречающихся респираторных заболеваний, характеризующееся полной или значительной обратимой обструкцией дыхательных путей.

Известно, что астма – это гетерогенное воспалительное заболевание дыхательных путей, от которого страдают до 300 миллионов человек по всему миру [2]. Приступы часто вызываются эмоциями, пылью и/или воздействием аллергенов, а также физическими нагрузками [2-4]. Помимо этих респираторных симптомов, пациенты часто жалуются на пониженную способность к выполнению физической нагрузки, одышку при физической нагрузке, утомляемость и ограничение активности [2, 3, 5], проявления которых связаны с ухудшением качества жизни и часто указывают на пациентов с более тяжёлым или неконтролируемым течением заболевания [6].

Основное лечение астмы включает в себя бронходилататоры и кортикостероиды. Однако из-за атипичных клинических проявлений часто ошибочно диагностируют бронхит и назначают неадекватное лечение, что может привести к постепенному снижению функции и снижению физической активности [7].

Вторым значимым заболеванием лёгких наравне с БА является хроническая обструктивная болезнь лёгких (ХОБЛ). ХОБЛ вызывается воздействием вдыхаемых вредных частиц, особенно табачного дыма и загрязняющих веществ. В последнее время всё чаще признается широкий спектр факторов, повышающих риск развития и прогрессирования ХОБЛ на протяжении всей жизни.

Традиционно считалось, что причиной хронической обструктивной болезни лёгких является курение табака. Тем не менее, признание важности факторов риска ХОБЛ, связанных с отсутствием курения, возросло за последнее десятилетие благодаря полученным данным о факторах риска и клинических проявлениях ХОБЛ у никогда не куривших. Около половины всех случаев ХОБЛ во всем мире сопряжено с факторами риска, не связанными с употреблением табака, которые могут различаться от географического расположения. Эти факторы включают загрязнение воздуха, профессиональные воздействия, плохо контролируемую астму, табач-

ный дым в окружающей среде, инфекционные заболевания и низкий социально-экономический статус. Нарушение развития и формирования лёгких в детском возрасте, вызванное рядом воздействий неблагоприятных условий, связано с повышенным риском ХОБЛ. Потенциальные механизмы патогенеза ХОБЛ у никогда не курящих включают воспаление, окислительный стресс, ремоделирование дыхательных путей и ускоренное старение лёгких. По сравнению с курильщиками, у которых развивается ХОБЛ, никогда не курившие с ХОБЛ имеют относительно лёгкие хронические респираторные симптомы, небольшую эмфизему или её отсутствие, более лёгкое ограничение воздушного потока и меньшее количество сопутствующих заболеваний; однако обострения заболеваний могут быть частыми [8].

Таким образом целью данного обзора явились возможности диагностических тестов для оценки вентиляционной и газообменной функции лёгких у пациентов с бронхиальной астмой и хронической обструктивной болезнью лёгких.

Спирометрия, как основной метод диагностики патологии верхних дыхательных путей

Основным доказанным параметром при диагностических исследованиях является соотношение объёма форсированного выдоха за 1 с (ОФВ1) и форсированной жизненной емкости лёгких (ФЖЕЛ) – $\text{ОФВ1/ФЖЕЛ} < 0,70$ [9], но ОФВ1 отражает преимущественно дисфункцию крупных дыхательных путей и может пропустить активное поражение мелких (диаметром менее 2 мм) дыхательных путей. В дальнейшем это может привести рано или поздно к диагнозу, когда структурные изменения в лёгком могут быть необратимыми. В любом случае возможности ранней терапии или вторичная профилактика (включая прекращение курения) могут снизить прогресс заболевания [10, 11], что подчеркивает потребность в выявлении ранних маркеров данного заболевания [12]. У пожилых пациентов может наблюдаться обратное, когда $\text{ОФВ1/ФЖЕЛ} < 0,70$ используется в качестве диагностического критерия, что приводит гипердиагностике и ненужному лечению. Ещё одной проблемой является стратификация. ОФВ1 остается основным средством классификации тяжести ХОБЛ и является прогностическим параметром смертельных исходов на популяционном уровне. Однако его корреляция с симптомами и ключевыми клиническими исходами не всегда отражает способность спирометрии зафиксировать или адекватно различить гетерогенные фоновые патологии, например, бронхит, эмфизему лёгких или прогрессирование бронхиальной астмы. Наконец, в настоящее время широко признано, что фиксированная обструкция дыхательных путей в

более позднем взрослом возрасте может быть результатом снижения функции лёгких [13].

Кроме этого, важной, но недооцененной особенностью астмы является несоответствие между показателями функции лёгких и клиническими маркерами контроля заболевания, включая симптомы, частоту обострений и ответ на лечение. Исходный ОФВ1, например, плохо коррелирует с тяжестью симптомов и качеством жизни, а также может быть отделён от маркеров воспаления дыхательных путей, что, возможно, отражает низкую чувствительность спирометрии при патологии в мелких дыхательных путях.

Таким образом, точная диагностика и своевременное лечение важны для пациентов с этими бронхолёгочными заболеваниями.

Как было описано выше, для подтверждения диагноза требуется проведение спирометрии. Тем не менее, спирометрия является тестом, требующим адекватного сотрудничества со стороны пациента. Исследование функции лёгких с помощью спирометра считается золотым стандартом для оценки астмы и хронической обструктивной болезни лёгких [14, 15]. Два важных значения, измеряемых спирометром: значение объема форсированного выдоха за 1 с (ОФВ1) и отношение ОФВ1 к форсированной жизненной емкости лёгких (ФЖЕЛ) используются для оценки тяжести обструкции дыхательных путей. Измеренные ОФВ1 и ФЖЕЛ нормализуются по прогнозируемым значениям ОФВ1 и ФЖЕЛ, которые зависят от возраста, роста, пола и этнических особенностей исследуемого, следовательно, обозначаются как процент прогнозируемых ОФВ1 (%ОФВ1) и ФЖЕЛ [16].

Спирометрия используется для диагностики гиперреактивности дыхательных путей. Однако спирометрия требует громоздкого оборудования, сотрудничества с пациентом и опыта технического персонала, вследствие этого постоянно ведётся поиск методов оценки функции лёгких, не зависящих от качества сотрудничества с пациентом и снижающих вариабельность повторных тестов. Одним из таких методов является капнометрия.

Капнометрия как метод диагностики лёгочной патологии

Капнометрия представляет собой графическое отображение концентрации CO_2 (рис. 1). Концентрацию CO_2 часто измеряют у интубированных пациентов для подтверждения положения интубационной трубки, а также для оценки вентиляции пациента [17–19]. Капнометрия также может быть измерена у неинтубированных пациентов с помощью капнометрии бокового потока; пока пациент дышит в канюлю, выдыхаемый воздух отбирается и передается через длинную трубку на обработку.

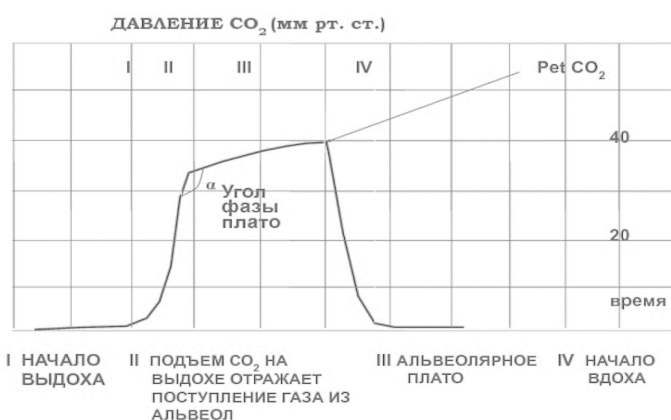


Рисунок 1. Нормальная капнограмма [17]
Figure 1. Normal capnogram [17]

Несмотря на то, что капнометрия в настоящее время используется для мониторинга частоты дыхания, кривая CO_2 также содержит важную информацию о физиологических характеристиках дыхательной системы. Несколько исследований, в которых изучалось различное использование формы волны капнометрии, показали корреляцию между формой волны капнографической кривой и несоответствием вентиляции/перфузии, диаметром дыхательных путей и уровнем обструкции дыхательных путей.

Фаза I отражает вентиляцию мертвого пространства.

Фаза II отражает поступление газа из респираторных бронхиол и альвеол. В этих отделах дыхательной системы происходит газовая диффузия кислорода и CO_2 ; следовательно, концентрация CO_2 в форме волны возрастает.

Фаза III отражает альвеолярное плато, поступление газа, богатого CO_2 , из альвеол. Конец альвеолярного плато представляет собой конец выдоха CO_2 (EtCO_2) и начало вдоха вниз.

Хотя в настоящий момент отсутствуют клинические рекомендации относительно проведения данного метода, тем не менее есть большое количество отечественной и зарубежной литературы, где подробно описывается данный метод диагностики [20].

Из последних интересных исследований метода капнометрии была научная работа группы учёных из Израиля, целью которой являлась разработка модели прогнозирования на основе капнометрии, которая будет использоваться в качестве инструмента для оценки уровня обструкции дыхательных путей у пациентов с астмой и ХОБЛ. Был разработан автоматизированный метод оценки ОФВ1 у пациентов с астмой и ХОБЛ, основанный на кривых капнометрии. Достигнута хорошая корреляция между результатами модели и фактическим % ОФВ1. Кроме того, использование демографических характери-

стик, таких как возраст, пол и рост, предоставило дополнительную информацию и улучшило прогнозирование и эффективность модели. Кроме этого, несколько предыдущих исследований показали корреляцию между формой волны CO_2 и наличием, тяжестью обструктивного заболевания. Резюмируя результаты исследования можно сказать, что эта модель имеет несколько практических медицинских применений. Во-первых, оценку капнометрии можно проводить, не полагаясь на сотрудничество с пациентом. Во-вторых, требуемым оборудованием являются назальная канюля и совместимый мониторинг, в отличие от спирометрии, для которой требуется более громоздкое оборудование и опытный техник. Более того, поскольку результаты не зависят от сотрудничества с пациентом, они будут повторяемыми, и ими нельзя будет манипулировать. В-третьих, эта прогностическая модель позволяет вести непрерывный мониторинг и, таким образом, внимательно следить за госпитализированными пациентами с тяжелым обострением, что, возможно, позволит сократить сроки госпитализации и раннее выявление ухудшения состояния пациентов. Таким образом в этом исследовании разработали модель для оценки ОФВ1 у пациентов с астмой и ХОБЛ. Используя данную модель в качестве инструмента для оказания медицинской помощи, можно оценить уровень обструкции дыхательных путей, не полагаясь на сотрудничество пациента. Кроме того, непрерывный мониторинг ОФВ1 может выявить колебания заболевания, реакцию на лечение и скорректировать терапию [21].

Ещё одним примером из недавнего применения метода капнометрии было исследования учёных из Китая, которое являлось двойным слепым поперечным исследованием. Обследовали пациентов с хроническим кашлем и наличием астмы, а также без неё. Определяли количественные изменения и диагностическое значение капнометрии у пациентов с кашлевым вариантом бронхиальной астмы. В результате выявлено, что динамические изменения мертвого пространства дыхательных путей были более значимы у пациентов с кашлевым вариантом астмы по сравнению с пациентами с наличием хронического кашля. Параметры капнометрии, такие как наклон фазы III и соотношение наклона фазы III и фазы II, могут быть использованы для диагностики кашлевого варианта астмы [22].

Таким образом использование капнометрии имеет большие перспективы для исследований у пациентов с бронхолегочной патологией, что может увеличивать процент выявления скрытой патологии, а это, в свою очередь, улучшать диагностику заболеваний.

Диффузионная способность лёгких

Прошло более 100 лет с тех пор, как Мари Крог разработала метод измерения поглощения монооксида углерода в лёгких методом одиночного вдоха [23]. Её эксперимент был разработан, чтобы показать, что пассивная диффузия может объяснить перенос кислорода из альвеолярного газа в лёгочную капиллярную кровь, но в последствии этот эксперимент стал основой теста, который сейчас широко используется повсеместно; в Северной Америке перенос называется диффузионной способностью лёгких, а в Европе более корректно – трансфер фактором. Аббревиатура коэффициента переноса или диффузионной способности лёгких для монооксида углерода – DLCO, хотя термин TLCO является столь же допустимым. Стандартизированный клинический метод определения диффузионной способности лёгких по монооксиду углерода был описан Ogilvie и соавт. [24] в 1957 г. с использованием индикаторного газа для определения как альвеолярного объёма, так и альвеолярной концентрации монооксида углерода в начале задержки дыхания. Способность лёгкого к газообмену через альвеоларно-капиллярную границу определяется его структурными и функциональными свойствами [25].

К структурным свойствам относятся следующие: объем лёгочного газа; длина пути для диффузии в газовой фазе; толщина и площадь альвеоларно-капиллярной мембраны; любые последствия закрытия дыхательных путей; объём гемоглобина (Hb) в капиллярах, снабжающих вентилируемые альвеолы. К функциональным свойствам относятся: абсолютные уровни вентилиации и перфузии; равномерность распределения вентилиации относительно распределения перфузии; состав альвеолярного газа; диффузионные характеристики мембраны; концентрация и связывающие свойства Hb в альвеоларных капиллярах; напряжение оксида углерода и кислорода в альвеоларных капиллярах в той части лёгочного сосудистого русла, которая обменивается газом с альвеолами.

Процесс переноса оксида углерода из окружающей среды в лёгочную капиллярную кровь включает шесть стадий: 1) объёмная доставка оксида углерода в дыхательные пути и альвеоларные пространства; 2) перемешивание и диффузия оксида углерода в альвеоларных ходах, воздушных мешочках и альвеолах; 3) перенос оксида углерода через газожидкостную поверхность альвеоларной мембраны; 4) смешение и диффузия оксида углерода в лёгочной паренхиме и альвеоларно-капиллярной плазме; 5) диффузия через мембрану эритроцита и внутрь эритроцита; 6) химическая реакция с составляющими крови Hb.

Процесс поглощения монооксида углерода можно упростить до двух передаточных свойств: 1) мембранная проводимость (DM), отражающая диффузионные свойства альвеолярно-капиллярной мембраны и 2) связывание монооксида углерода и Hb [25, 26].

Так как процесс дыхания состоит из нескольких этапов, при этом газообмен через альвеолярно-капиллярную мембрану является ключевым моментом для обеспечения тканевого метаболизма, исследование диффузионной способности лёгких – это один из наиболее важных и часто используемых в клинической практике тестов. Но оценка транспорта кислорода через альвеолярно-капиллярную мембрану технически крайне трудна. Это обусловлено тем, что в венозной крови определяются достаточно большие концентрации кислорода и углекислого газа. В свою очередь, оценка переноса оксида углерода (DLCO) гораздо легче и при этом точно отражает транспорт кислорода, поскольку сродство гемоглобина к CO в 210 раз выше, чем к кислороду, концентрация CO в венозной крови ничтожна, а его захват в меньшей степени зависит от сердечного выброса [27]. Существует несколько методик определения диффузионной способности лёгких. Метод однократного вдоха с задержкой дыхания является наиболее предпочтительным тестом, рекомендуемым Американским торакальным обществом (ATS) и Европейским респираторным обществом (ERS) [28].

Учитывая такую заинтересованность и относительную доступность метода в специализированных клинических центрах, в последнее время большое количество исследователей изучали диффузионную способность лёгких у пациентов с бронхообструктивными заболеваниями. Одним из последних таких исследований было ретроспективное исследование случай-контроль у пациентов с БА, проведённое учёными из Южной Кореи. Была изучена диффузионная способность в результате поражения лёгких, связанного с дезинфицирующим средством, которое в последствии может представлять собой тяжёлую форму токсического ингаляционного поражения лёгочной паренхимы, обнаруженное у жителей Южной Кореи из-за воздействия определенных соединений на основе гуанидина, присутствующих в дезинфицирующих средствах (ДС). В этом исследовании диффузионную способность лёгких по монооксиду углерода (DLCO) изучали у людей с ассоциированной БА и сравнивали с уже существующей астмой без воздействия ДС. Ретроспективно сравнили данные, включая значения DLCO, 70 пациентов с HDA с 79 пациентами с ранее существовавшей астмой без какого-либо известного воздействия. Был проведён множественный линейный регресси-

онный анализ и логистический регрессионный анализ, чтобы подтвердить связь между воздействием ДС и DLCO. Корреляция между DLCO и несколькими показателями, связанными с воздействием ДС, была оценена у пациентов с БА, ассоциированной с ДС. Результат: среднее значение DLCO было значительно ниже в группе с БА, ассоциированной с ДС, чем в контрольной группе (81,9% против 88,6%; $p = 0,021$). Среднее значение DLCO у пациентов с астмой с определённым воздействием ДС было значительно ниже, чем у пациентов с астмой с меньшим воздействием ($p = 0,002$). Анализ показал, что воздействие ДС напрямую влияет на значения DLCO и косвенно влияет на её измерение через снижение форсированной жизненной емкости лёгких. Корреляционный анализ указал на значительную обратную корреляцию между DLCO% и накопительным временным воздействием ДС. Резюмируя вышеизложенное, можно сделать вывод, что DLCO была ниже у пациентов с ассоциированной БА, чем у больных астмой без воздействия ДС; снижение ФЖЕЛ частично опосредовало этот эффект. Таким образом, мониторинг DLCO может быть полезен для ранней диагностики БА у пациентов с симптомами астмы и анамнезом различных токсических воздействий [29].

Известно, что Глобальная инициатива по обструктивным заболеваниям лёгких (GOLD) не продвигает значения диффузионной способности монооксида углерода (DLCO) при оценке ХОБЛ. Клиническое и прогностическое влияние низкого значения DLCO было исследовано у пациентов с ХОБЛ 1 стадии по данным спирометрии. Этот вопрос заинтересовал группу испанских учёных, они решили проследить взаимосвязь между значением $DLCO < 60\%$ и повышенным риском смерти с различной клинической картиной у этих пациентов. В исследование вошли 360 пациентов со сроком наблюдения 109 ± 50 месяцев. Учитывались возраст, пол, длительность ХОБЛ в анамнезе, одышка, измерения ФВД, переносимость физической нагрузки и история обострений. А пороговое значение DLCO было определено для смертности от всех причин, а клинические и физиологические характеристики пациентов выше и ниже порога в сравнении. По результатам исследования ученые сделали вывод, что у пациентов с ХОБЛ по шкале GOLD I $DLCO < 60\%$ от должного связано с повышенным риском смерти и ухудшением клинической картины. Каковы причины этой ассоциации и можно ли их лечить – остаётся открытым вопросом [30].

Исследования, оценивающие DLCO как предиктор смертности противоречивы, а результаты зависят от степени ограничения воздушного потока и эмфиземы [31]. Некоторые небольшие исследова-

ния предполагают связь между снижением значения трансфер-фактора и частых обострений [32]. Хотя DLCO даёт представление о физиологии дыхания сверх того, что может показать спирометрия, имеется мало информации о клинической значимости DLCO для прогнозирования результатов независимо от спирометрии, это даёт идеальную возможность проанализировать взаимосвязь между DLCO и заболеваемостью ХОБЛ независимо от ОФВ1 и количественных показателей КТ. Это и явилось целью одного из последних исследований диффузионной способности лёгких у пациентов с ХОБЛ. В исследовании приняли участие 1806 респондентов с ХОБЛ, были проанализированы 5-летние визиты, включая исследование ФВД, качество жизни, симптомы, работоспособность и частота обострений. После обработки результатов тяжёлая степень только DLCO или только ОФВ1, или обоих показателей DLCO и ОФВ1, были связаны с значительным ухудшением заболеваемости по сравнению с контрольной группой ($p < 0,05$ для всех исходов).

Метод вымывания азота при множественном дыхании

Для более полной оценки лёгочной функции, помимо исследования газообмена, является оценка неравномерности лёгочной вентиляции. Её можно определить методами вымывания азота как при одиночном вдохе кислорода, так и при множественном дыхании (МД). Техника была разработана более 60 лет назад, но не была широко распространена в течение многих десятилетий. Технические усовершенствования, простые протоколы и более высокая чувствительность, по сравнению со стандартными тестами функции лёгких, в некоторых группах заболеваний привели к недавнему возрождению интереса к методу вымывания азота при множественном дыхании (ВМД). Индекс лёгочного клиренса (LCI) является общепринятым показателем, полученным из тестов. ВМД дополняет полученную информацию о лёгочной патологии после проведения обычных лёгочных функциональных тестов, таких как спирометрия. LCI измеряет общую степень неоднородности лёгочной вентиляции. Существуют и другие производные от ВМД параметры, которые описывают более региональную вентиляцию дыхательных путей и получают конкретную информацию альвеолярной неоднородности вентиляции. Как это конкретное распределение вентиляции точно связано с различными патологическими процессами – до конца ещё не изучено. Измерения ВМД выполняются во время спокойного дыхания, что делает эту технику привлекательной для маленьких детей. На протяжении десятилетий

традиционная спирометрия была стандартным методом оценки степени обструкции дыхательных путей при большинстве хронических заболеваний лёгких. Однако появляется всё больше свидетельств того, что спирометрия нечувствительна для оценки поражения периферических дыхательных путей и для оценки распределения вентиляции. Это привело к повышенному интересу к методам разбавления газа, особенно к методу ВМД для оценки функции мелких дыхательных путей, т.е. эффективное, однородное распределение вентиляции. ВМД был впервые описан более 60 лет назад Уордом. С. Фаулером [33]. В своей новаторской работе 1952 года он сравнил клиренс азота между здоровыми лицами и пациентами с сердечно-лёгочными заболеваниями для оценки степени неравномерного лёгочной вентиляции [33]. Однако эта техника мало ценилась до тех пор, пока газовые анализаторы и компьютерное оснащение не получили дальнейшего развития для улучшения автоматизированного анализа газовых и объёмных сигналов при измерениях. Сегодня интерес к проведению этого метода возвращается к своим истокам.

Основная функция лёгких человека заключается в однородном вентилировании лёгких, обеспечивая эффективный газообмен. Во время развития лёгких плода, они растут от проксимальных к дистальным отделам с непрерывным разделением дыхательных путей, которые позднее формируют уникальную структуру бронхиального дерева. Бронхиальное дерево состоит в среднем из 23 бронхиальных генераций, но газообмен происходит только в последних 9 поколениях. Бронхиальное дерево представляет собой самоподобную так называемую фрактальную структуру, обеспечивающую эффективный транспорт газов. Нормальное распределение вентиляции происходит за счёт проводимости и диффузии. В настоящее время известны три основных механизма вентиляционной неоднородности: 1) конвекционно-зависимый; неоднородность в зоне проводящих дыхательных путей (более проксимальные дыхательные пути); 2) неоднородность, связанная с ограничением диффузии в диффузионно-зависимой зоне дыхательных путей (дистальные дыхательные пути, ацинусы); 3) взаимодействие между проводимостью и диффузией в промежуточной зоне на уровне диффузионно-конвективного фронта, которая предположительно возникает на входе в ацинус [34]. Альвеолярный отдел разделён тонким слоем ткани из капиллярной сети и образует большую поверхность для эффективного газообмена кислорода и углекислого газа.

Помимо самого аппарата, в тесте ВМД требуется только правильно выбранная лицевая маска или мундштук и спокойное дыхание, что делает этот ме-

тод применимым во всех возрастных группах, даже в младенчестве. У детей старшего возраста и взрослых измерения обычно выполняется в положении сидя с мундштуком и носовым зажимом. Поскольку время для трёхкратного тестирования может быть ограничено из-за занятости в амбулаторных клиниках или из-за клинических особенностей заболевания у пациентов с прогрессирующим поражением лёгких, то были предложены перспективные сокращённые протоколы.

Существуют два разных способа выполнения ВМД в зависимости от газа, используемого для теста:

1. При инертном постороннем газе (4% гексафторида серы; 20% гелия) газовая смесь вдыхается до тех пор, пока достигается равновесие; фаза вымывания (вдыхание комнатного воздуха) начинается с этой точки равновесия.

2. Для инертного собственного газа (азота) формальная промывка не требуется. Для вымывания дыхательных путей азотом обычно используют 100% кислород. Независимо от используемого газа вымывание прекращается, когда тестовый газ достигает 1/40 (или 2,5% от начального пускового концентрация установлена на 100%) от начальной концентрации газа [34].

По результатам теста ВМД анализируются три основных параметра: функциональная остаточная ёмкость (ФОЕ или FRC), LCI и коэффициенты моментов (MR). ФОЕ – объём воздуха, находящегося в лёгких после спокойного выдоха в вентилируемых отделах лёгких; LCI и MR являются показателями глобальной вентиляционной неоднородности. LCI это объёмный коэффициент, CEV включает все газовые фракции: $LCI = CEV/FRC$. Можно сделать предположение, что повышенная неоднородность вентиляции привела бы к большему количеству дыхательных циклов (большому числу дыхательных движений). MR также позволяет количественно оценить неоднородность вентиляции, но обычно используются в меньшей степени. Преимущество MR перед LCI заключается в том, что они могут быть взвешены для определённых частей изгиба вымывания.

В настоящее время имеется не менее трёх приборов, сильно различающихся по используемым инертным газам, газоанализаторам, алгоритмам анализа и возрастным группам, для которых рекомендуется данное тестирование. Выбор собственного газа (азота) для ВМД имеет преимущество в том, что кислород, необходимый для вымывания, широко доступен. Ещё одним преимуществом является то, что азот присутствует во всех отделах лёгкого, и, следовательно, этот газ обладает большей чувствительностью к обнаружению аномалий по сравнению с посторонними газами. Калибровка

комнатным воздухом (без использования плотного мундштука) делает его применение намного проще.

Нормативный параметр для LCI у здоровых лиц при использовании метода ВМД с зависимыми показателями от возраста испытуемых и факторов (газ, оборудование, мёртвое пространство, программное обеспечение) составляет обычно значение ниже 8,5. Однако нормативные данные по измерению ВМД в разных возрастных группах немногочисленны [35]. Было предпринято много усилий для улучшения стандартизации протоколов и анализов ВМД, но есть нерешённые вопросы. Преодоление этих пробелов кажется трудным, учитывая временами плохую прозрачность программного обеспечения [36]. Помимо программного обеспечения есть и другие аспекты, которые могут изменить индекс LCI. Имеются данные, указывающие на чёткую связь с инфекционным агентом, структурной патологией дыхательных путей или обострением лёгочной патологии, при этом изменение LCI должно побудить клиницистов проявить интерес. Что касается измерения большинства исходных параметров функции лёгких, положительный эффект от регулярного измерения LCI в клинических наблюдениях по исходу заболевания ещё не оценивали [37].

При ВМД и неравномерном распределении вентиляции происходит характерный излом кривой вымывания азота. При этом также существенно увеличивается время исследования. Метод вымывания азота при множественном дыхании (МД) становится популярным методом диагностики. Как было описано ранее, для наиболее полной оценки вентиляционной функции лёгких необходимо исследовать структуру общей ёмкости лёгких (ОЕЛ), а для этого следует определить функциональную остаточную ёмкость лёгких (ФОЕ). Функциональная остаточная ёмкость лёгких может быть измерена при помощи различных тестов. Традиционным стандартизованным методом измерения ФОЕ является бодиплетизмография. Метод вымывания азота при множественном дыхании является альтернативным тестом для определения ФОЕ. Функциональная остаточная ёмкость лёгких, измеренная с помощью ВМД, представляет собой вентилируемый объём газа, т.е. объём газа, находящегося в вентилируемых участках лёгких при спокойном дыхании. Поэтому у здоровых людей нет существенной разницы между ФОЕ, измеренной разными методами, в то время как у лиц с обструктивными заболеваниями лёгких ФОЕ, измеренная с помощью ВМД, довольно часто бывает заметно меньше, чем при определении с помощью бодиплетизмографии [38]. В последние десятилетия тест ВМД чаще используют для оценки неравномерности лёгочной вентиляции и состояния мелких дыхательных путей (МДП), что

имеет большое клиническое значение в ранней диагностике респираторных заболеваний. При патологии органов дыхания неравномерность вентиляции возрастает. Это приводит к увеличению числа дыхательных манёвров и количества времени, которые требуются для вымывания азота. При проведении теста ВМД пациент дышит спокойно и непрерывно в течение определённого времени, и не требуется выполнения каких-либо форсированных или специальных манёвров. Поэтому при выполнении данного теста нет необходимости в высокой кооперации и координации действий между врачом и пациентом, что является несомненным преимуществом для функционального теста [39].

Всё вышеперечисленные и описанные методы диагностики послужили основанием для проведения сравнительной оценки функции лёгочной ткани при комплексном исследовании.

Заключение

Таким образом, обструктивные заболевания (БА и ХОБЛ) являются широко распространёнными во всем мире, вместе с тем характеризуются высокой инвалидизацией, тенденцией к хронизации, высокой смертностью. Кроме того, в последние годы наблюдается рост заболеваемости, в т.ч. по причине и на фоне новой коронавирусной инфекции. Это обуславливает необходимость своевременной диагностики. Однако существующие на сегодняшний день методы диагностики хоть и являются чувствительными, тем не менее требуются дополнительные и альтернативные методы исследования, что собственно и делает актуальной проблему поиска новых методов диагностики. В литературе есть описание применения новых методов диагностики при заболеваниях лёгких. Можно полагать, что именно комплексный подход к анализу пациентов поможет улучшить диагностику и коррекцию имеющейся лёгочной патологии.

Литература [References]

- 1 Global Initiative for Asthma. Global Strategy for Asthma Management and Prevention, 2020. Available from: www.ginasthma.org
- 2 Global Initiative for Asthma, Global Strategy for Asthma Management and Prevention, 2019. Accessed, www.ginasthma.org. (Accessed 30 July 2019).
- 3 Van Herck M., Spruit M.A., Burtin C. et al. Fatigue is highly prevalent in patients with asthma and contributes to the burden of disease. *J. Clin. Med.* 2018;7(12). <https://doi.org/10.3390/jcm7120471>
- 4 Kotsiou O.S., Peletidou S., Vavougiou G. et al. Exhaled nitric oxide as a marker of chlorine exposure in young asthmatic swimmers. *Ann. Allergy Asthma Immunol.* 2019;123(3):249-255. <https://doi.org/10.1016/j.anai.2019.06.008>
- 5 Vermeulen F., Garcia G., Ninane V., Laveneziana P. Activity limitation and exertional dyspnea in adult asthmatic patients: what do we know? *Respir. Med.* 2016;117:122-130. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2016.06.003>
- 6 Mancuso C.A., Sayles W., Robbins L. et al. Barriers and facilitators to healthy physical activity in asthma patients. *J. Asthma.* 2006;43(2):137-143. <https://doi.org/10.1080/02770900500498584>
- 7 Lipinska-Ojrzanowska A, Wyszniowska M, Walusiak-Skorupa J. Cough variant asthma: a diagnostic dilemma in the occupational setting. *Occup Med.* 2015;65(2):165-8. <https://doi.org/10.1093/occmed/kqu183>
- 8 Obstructive pulmonary disease in never-smokers: risk factors, pathogenesis, and implications for prevention and treatment. *Int. J. Chron. Obstruct. Pulmon. Dis.* 2011;6:1-10. [https://doi.org/10.1016/S2213-2600\(21\)00506-3](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(21)00506-3)
- 9 GOLD. Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease. 2018 report, 2018.
- 10 Mannino DM, Make BJ. Is it time to move beyond the "O" in early COPD? *Eur Respir J.* 2015;46:1535-7.
- 11 Woodruff PG, Barr RG, Bleecker E, et al. Clinical significance of symptoms in smokers with preserved pulmonary function. *N Engl J Med.* 2016;374:1811-21.
- 12 Martinez FJ, Han MK, Allinson JP, et al. At the root: Defining and halting progression of early chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med.* 2018;197:1540-51.
- 13 Lange P, Celli B, Agustí A, et al. Lung-Function trajectories leading to chronic obstructive pulmonary disease. *N Engl J Med.* 2015;373:111-22.
- 14 Global Strategy for the Diagnosis, Management, and Prevention of Chronic Obstructive Lung Disease GOLD-2020- [cited 2020 Aug 28]. https://goldcopd.org/wp-content/uploads/2019/12/GOLD-2020-FINALver1.2-03Dec19_WMV.pdf
- 15 Global strategy for asthma management and prevention GINA-2020- [cited 2020 Aug 28]. https://ginasthma.org/wp-content/uploads/2020/04/GINA-2020-full-report_final_wms.pdf
- 16 Miller MR, Crapo R, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R et al. General considerations for lung function testing. *Eur Respir J.* 2005;26(1):153-61.
- 17 Mandel JE. Recent advances in respiratory monitoring in nonoperating room anesthesia. *Curr Opin Anaesthesiol.* 2018;31(4):448-452.
- 18 Kreit JW. Volume capnography in the intensive care unit: potential clinical applications. *Ann Am Thorac Soc.* 2019;16(4):409-420.
- 19 Kreimeier P, Böhm SH, Tusman G. Clinical use of volumetric capnography in mechanically ventilated patients. *J Clin Monit Comput.* 2020;34(1):7-16.
- 20 Стручков П.В. Капнометрия. Легочные функциональные тесты от теории к практике; под ред. О.И. Савушкиной и А.В. Черняка. 2017:181-186. 20 Pods P.V. Capnometry. Pulmonary functional tests from theory to practice; edited by O.I. Savushkina and A.V. Chernyak. 2017:181-186. (In Russ).
- 21 Pertzov B., Ronen M., Rosengarten D., Shitenberg D., Heching M., Shostak Y., Mordechai R. Kramer Use of capnography for prediction of obstruction severity in non-intubated COPD and asthma patients. *Respir Res.* 2021;22:154. <https://doi.org/10.1186/s12931-021-01747-3>
- 22 Sun X, Yang W, Gong S, Liang S, Gu S, Lu H, et al. Diagnostic value of volumetric capnography in patients with chronic cough variant asthma. *Clinics.* 2020;75:e1662. <https://doi.org/10.6061/clinics/2020/e1662>
- 23 Krogh M. The diffusion of gases through the lungs of man. *J. Physiol. (Lond.).* 1914;49(4):271-300.
- 24 Ogilvie C.M., Forster R.E., Blakemore W.S., Morton J.W. A standardized breath holding technique for the clinical measurement of the diffusing capacity of the lung for carbon monoxide. *J. Clin. Invest.* 1957;36(1, Pt 1):1-17. <https://doi.org/10.1172/JCI103402>

- 25 Forster R.E. Exchange of gases between alveolar air and pulmonary capillary blood: pulmonary diffusing capacity. *Physiol. Rev.* 1957;37(4):391–452. <https://doi.org/10.1152/physrev.1957.37.4.391>
- 26 McGrath M.W., Thomson M.L. The effect of age, body size and lung volume change on alveolar-capillary permeability and diffusing capacity in man. *J. Physiol. (Lond.)* 1959;146(3):572–582.
- 27 Неклюдова Г.В., Черняк А.В. Клиническое значение исследования диффузионной способности легких. *Пульмонология и аллергология.* 2013;4. Neklyudova G.V., Chernyak A.V. The clinical significance of the study of lung diffusion capacity. *Pulmonology and allergology.* 2013;4. (In Russ).
- 28 Graham B.L., Brusasco V., Burgos F., Cooper B.G., Jensen R., Kendrick A., MacIntyre N.R., Thompson B.R., Wanger J. 2017 ERS/ATS standards for single-breath carbon monoxide uptake in the lung. *Eur. Respir. J.* 2017;49(1):1600016. <https://doi.org/10.1183/13993003.00016-2016>
- 29 Chuiyong Pak, Clayton T. Cowl, Jin Hyoung Kim, Byung Ju Kang, Taehoon Lee, Yangjin Jegal, Seung Won Ra, Yangho Kim Reduced Diffusing Capacity in Humidifier Disinfectant-Associated Asthma Versus Typical Asthma: A Retrospective Case Control Study. *Journal of Korean Medical Science.* 2022. <https://doi.org/10.3346/jkms.2022.37.e319>
- 30 Clinical and Prognostic Impact of Low Diffusing Capacity for Carbon Monoxide Values in Patients With Global Initiative for Obstructive Lung Disease I COPD.
- 31 Juan P. de-Torres, MD, Denis E. O'Donnell, MD, Jose M. Marín, MD, J. Alberto Neder, MD, Jessica Gonzalez-Gutierrez, MD, Bartolome R. Celli, MD, FCCP: April 23, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.chest.2021.04.033>
- 32 Boutou AK, Shrikishna D, Tanner RJ, et al. Lung function indices for predicting mortality in COPD. *Eur Respir J.* 2013;42(3):616–625.
- 33 Wei X, Ma Z, Yu N, et al. Risk factors predict frequent hospitalization in patients with acute exacerbation of COPD. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis.* 2018;13:121–129.
- 34 Fowler WS, Cornish ER, Jr, Kety SS. Lung function studies. VIII. Analysis of alveolar ventilation by pulmonary N₂ clearance curves. *J Clin Invest.* 1952;31(1):40–50. <http://dx.doi.org/10.1172/JCI102575>
- 35 Robinson PD, Latzin P, Verbanck S, Hall GL, Horsley A, Gappa M, et al. Consensus statement for inert gas washout measurement using multiple- and single- breath tests. *Eur Respir J.* 2013;41(3):507–22. <http://dx.doi.org/10.1183/09031936.00069712>
- 36 Fuchs O, Latzin P, Thamrin C, Stern G, Frischknecht P, Singer F, et al. Normative data for lung function and exhaled nitric oxide in unsedated healthy infants. *Eur Respir J.* 2011;37(5):1208–16. <http://dx.doi.org/10.1183/09031936.00125510>
- 37 Mahar RK, Vukcevic D, King L, Carlin JB, Ranganathan S. Lack of transparency in software used to analyze multiple breath washout data. *Pediatr Pulmonol.* 2016;51(11):1108–10. <http://dx.doi.org/10.1002/ppul.23420>
- 38 Stanojevic S, Davis SD, Retsch-Bogart G, Webster H, Davis M, Johnson RC, et al. Progression of Lung Disease in Preschool Patients with Cystic Fibrosis. *Am J Respir Crit Care Med.* 2017;195(9):1216–25.
- 39 Мустафина М.Х., Черняк А.В. Методы вымывания инертных газов: значение в диагностике заболеваний органов дыхания. *Практическая пульмонология* 2014;1:39–44. Mustafina M.H., Chernyak A.V. Methods of washing out inert gases: importance in the diagnosis of respiratory diseases. *Practical Pulmonology* 2014;1:39–44. (In Russ).
- 40 Неклюдова Г.В., Черняк А.В. Метод вымывания азота при множественном дыхании у здоровых людей. *Практическая пульмонология.* 2019;4. Neklyudova G.V., Chernyak A.V. Method of nitrogen leaching during multiple respiration in healthy people. *Practical pulmonology.* 2019;4. (In Russ).

Авторская справка

Михайловичева Анна Игоревна

Врач функциональной диагностики Академии постдипломного образования, Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий. Вклад автора: анализ данных литературы, формулирование выводов.

Смирнов Владимир Вячеславович

Д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой «Внутренние болезни» Академии постдипломного образования, Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий.

Вклад автора: подготовка концепции работы, анализ трендов.

Author's reference

Anna I. Mikhailovich

Doctor of Functional Diagnostics of the Academy of Postgraduate Education, Federal Scientific and Clinical Center for Specialized Types of Medical Care and Medical Technologies.

Author's contribution: literature data analysis, drawing conclusions.

Vladimir V. Smirnov

Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Internal Diseases of the Academy of Postgraduate Education, Federal Scientific and Clinical Center for Specialized Types of Medical Care and Medical Technologies.

Author's contribution: preparing a concept of work, analysing trends.

ВЫЯВЛЕНИЕ МУТАЦИЙ ГЕНА *EGFR* ДЛЯ НАЗНАЧЕНИЯ ТАРГЕТНЫХ ПРЕПАРАТОВ ПРИ НЕМЕЛКОКЛЕТОЧНОМ РАКЕ ЛЁГКОГО

О.Н. Павлова, О.П. Букарева

Самарский государственный медицинский университет, ул. Чапаевская, д. 89, Самара, 443099, Россия

Резюме. Рак лёгких – это один из наиболее распространённых видов онкологических заболеваний, которое встречается как у мужчин, так и у женщин. Эта опухоль занимает лидирующее место среди причин смерти от онкологии, на неё приходится 18,4% от общего числа смертей. Немелкоклеточный рак лёгких является наиболее частым типом рака лёгких, составляющим 85% всех случаев. В его рамках чаще всего встречаются аденокарцинома (30-45%) и плоскоклеточный рак (25-40%). Примерно у 20% пациентов, живущих на территории Российской Федерации и страдающих от немелкоклеточного рака лёгких, наблюдаются мутации гена *EGFR*. Сигнальные пути *EGFR* играют важную роль в развитии злокачественных опухолей. Они регулируют прогрессию клеточного цикла, влияют на апоптоз, стимулируют образование новых кровеносных сосудов и усиливают подвижность раковых клеток и их способность к метастазированию. Углубленное понимание фундаментальной биологии редких мутаций *EGFR* поможет выявить зависимости, специфичные только для этих мутаций. Это знание может быть использовано в разработке терапевтических подходов, направленных на определенные мутации *EGFR* и их влияние на разные патологии. Результаты проведенных исследований могут способствовать разработке более точных и эффективных методов лечения, которые будут специально ориентированы на конкретные мутации *EGFR* и их влияние на различные заболевания.

Ключевые слова: *EGFR*, немелкоклеточный рак лёгкого.

Конфликт интересов. Автор О.Н. Павлова является научным редактором журнала. В рецензировании данной работы участия не принимала.

Финансирование. Исследование проводилось без спонсорской поддержки.

Для цитирования: Павлова О.Н., Букарева О.П. Выявление мутаций гена *EGFR* для назначения таргетных препаратов при немелкоклеточном раке лёгкого. Вестник медицинского института «РЕАВИЗ». Реабилитация, Врач и Здоровье. 2024;14(1):86-90. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2024.1.CLIN.2>

DETECTION OF *EGFR* GENE MUTATIONS FOR PRESCRIPTION OF TARGETED DRUGS FOR NON-SMALL CELL LUNG CANCER

Ol'ga N. Pavlova, Ol'ga P. Bukareva

Samara State Medical University, 89, Chapaevskaya, Samara, 443099, Russia

Abstract. Lung cancer is one of the most common types of cancer that occurs in both men and women. This tumor is the leading cause of death from cancer, accounting for 18.4% of the total number of deaths. Non-small cell lung cancer is the most common type of lung cancer, accounting for 85% of all cases. Within its framework, adenocarcinoma (30-45%) and squamous cell carcinoma (25-40%) are most often found. Approximately 20% of patients living in the Russian Federation and suffering from non-small cell lung cancer have *EGFR* gene mutations. *EGFR* signaling pathways play an important role in the development of malignant tumors. They regulate cell cycle progression, influence apoptosis, stimulate the formation of new blood vessels and enhance the motility of cancer cells and their ability to metastasize. An in-depth understanding of the fundamental biology of rare *EGFR* mutations will help identify dependencies specific to these mutations. This knowledge can be used to develop therapeutic approaches targeting specific *EGFR* mutations and their impact on various pathologies. The results of these studies may help develop more precise and effective treatments that will specifically target specific *EGFR* mutations and their impact on various diseases.

Key words: *EGFR*, non-small cell lung cancer.

Competing interests. Author O.N. Pavlova is the scientific editor of the journal. She did not participate in the review of this work.

Funding. This research received no external funding.

Compliance with ethical principles. The authors confirm that they respect the rights of the people participated in the study, including obtaining informed consent when it is necessary.

Cite as: Pavlova O.N., Bukareva O.P. Detection of *EGFR* gene mutations for prescription of targeted drugs for non-small cell lung cancer. *Bulletin of the Medical Institute "REAVIZ". Rehabilitation, Doctor and Health*. 2024;14(1):86-90. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2024.1.CLIN.2>

За прошедшее десятилетие произошёл революционный прогресс в понимании генетики рака лёгкого и роли иммунной системы в его развитии, что привело к разработке новых лекарственных препаратов. Несмотря на эти достижения, рак лёгких остается одним из наиболее часто диагностируемых злокачественных новообразований в мире среди обоих полов (11,6 % от общего числа случаев), и он же занимает первое место среди причин смерти от онкологических заболеваний (18,4 % от общего числа смертей) [1, 2]. Наиболее распространённым типом рака лёгкого, составляющим 85 % случаев, является немелкоклеточный, среди которого чаще всего встречаются аденокарцинома (30–45 %) и плоскоклеточный рак (25–40 %) [3]. Крупноклеточный рак лёгкого составляет от 5 до 10 % в структуре заболеваемости и представляет собой, как правило, слабо дифференцированную опухоль [4].

Большинство пациентов с немелкоклеточным раком лёгких в момент диагностирования уже имеют метастазы или локально распространённое заболевание, поэтому химиотерапия является основным методом лечения. Однако, несмотря на определённый прогресс, выживаемость при таком лечении обычно ограничивается всего несколькими месяцами. За последние годы перспективы в лечении немелкоклеточного рака лёгких значительно изменились. Исследования показали, что рак лёгких имеет различные молекулярные профили и различную чувствительность к различным методам лечения. Поэтому стало крайне важно определить и классифицировать молекулярные подтипы рака лёгких и разработать молекулярную диагностику для их обнаружения.

В последнее время наблюдается существенное расширение нашего понимания роли молекулярных изменений в распространённых формах немелкоклеточного рака лёгких (НМРЛ). Такие открытия позволили выявить генетические изменения, определяющие характер заболевания, и разработать новые методы лечения, направленные на эти изменения, что привело к заметному улучшению выживаемости определённой группы пациентов. Мутации в гене рецептора эпидермального фактора роста (EGFR) и перестройки гена киназы анапластической лимфомы (ALK) были выявлены в качестве маркеров, определяющих наиболее эффективное лечение распространённого неоперабельного немелкоклеточного рака лёгкого [4]. В настоящее время указанные генетические изменения успешно используются в клинической практике как прогностические биомаркеры. Кроме того, проводятся исследования и поиск других потенциальных прогно-

стических биомаркеров, таких как ROS1, BRAF, HER2 или MET, с целью разработки новых лекарственных препаратов, направленных на эти молекулярные изменения.

Приблизительно у 20 % пациентов, проживающих на территории Российской Федерации и страдающих от немелкоклеточного рака лёгкого, встречаются мутации гена *EGFR* [5]. Среди таких пациентов установлены территориальные различия: мутации этого гена встречается у 10–20 % больных европеоидной расы, тогда как среди больных в Азии мутации выявляются приблизительно у 50 % пациентов [6]. Установлено, что в Европе, Азиатско-Тихоокеанском регионе, Африке и Северной Америке частота мутаций *EGFR* у пациентов с аденокарциномой выше у женщин по сравнению с мужчинами, а в Бангладеше наблюдается обратная тенденция [7].

Сигнальные пути *EGFR* играют важную роль в развитии злокачественных опухолей через модуляцию прогрессии клеточного цикла, ингибирование апоптоза, индукцию ангиогенеза и усиление подвижности опухолевых клеток и метастазирования [8]. Ген *EGFR* локализован на 7p12-13 и принадлежит к семейству тирозинкиназных рецепторов клеточной мембраны, которые включают *EGFR* (ErbB1), *HER2/c-neu* (ErbB2), *HER3* (ErbB3) и *HER4* (ErbB4) рецепторы [9].

Активация *EGFR* может быть вызвана аутокринными или паракринными лигандами с различным сродством к рецепторам ErbB [10]. Белки ErbB относятся к подклассу I суперсемейства рецепторных тирозинкиназ (RTK). Все члены суперсемейства имеют общий внеклеточный лиганд-связывающий домен, трансмембранный домен и цитоплазматический белковый тирозинкиназный домен (рис. 1).

Пептидные факторы роста, связанные с *EGFR*, принадлежащие к семейству лигандов, взаимодействуют с экстрацеллюлярным доменом рецепторов ERBB. Это приводит к образованию димеров рецепторов как гомодимеров, так и гетеродимеров. Димеризация стимулирует тирозинкиназную активность, которая присуща рецепторам, и приводит к автофосфорилированию специфических тирозино-вых остатков в цитоплазматическом домене рецептора. Эти фосфорилированные остатки служат местами стыковки для сигнальных молекул, участвующих в регуляции внутриклеточных сигнальных каскадов [11], главным образом сигнального пути RAS/RAF/MAPK, который играет важную роль в регуляции клеточной пролиферации, миграции и дифференцировки, а также PI3K/AKT-пути, который контролирует клеточный цикл и антиапоптотические сигналы [12].

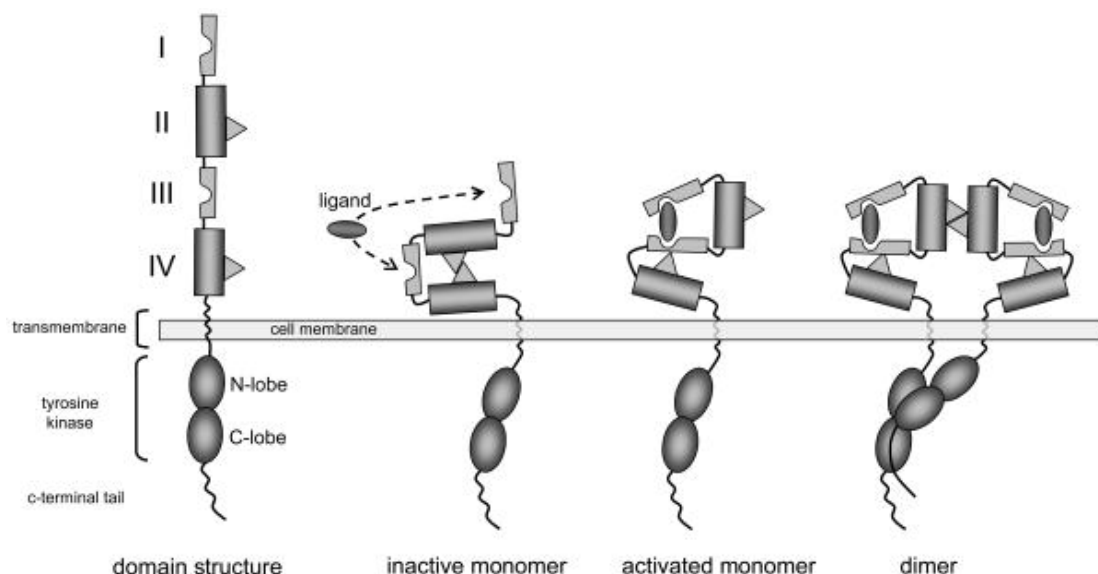


Рисунок 1. Структурная основа активации белков HER [12]

Figure 1. The structural basis of activation of HER proteins [12]

В 2004 году появились данные о том, что у некоторой части пациентов с НМРЛ имеются соматические, активирующие мутации гена *EGFR* [13]. Мутации в этом гене при раке лёгкого локализованы в четырёх экзонах, с 18 по 21, которые кодируют киназный домен [14]. Установлено более 188 мутаций в гене *EGFR*, но только две - делеция 5 аминокислот из экзона 19 и миссенс-мутация в экзоне 21, приводящая к замене аргинина на лейцин в позиции 858 (L858R) - составляют 80-90 % [15]. Эти активирующие мутации происходят в АТФ-связывающем домене, что приводит к конститутивно активному рецептору.

Существуют менее распространённые мутации гена *EGFR*, такие как G719X, L861X и инсерции в экзоне 19, которые продемонстрировали чувствительность к лекарственным препаратам, в то время как другие оказались менее чувствительными (например, инсерции в 20-м экзоне) [16].

По оценкам экспертов, несмотря на низкую частоту мутаций, но с учётом высокой распространённости рака лёгкого в целом, ежегодно более 30 000 новых диагнозов у пациентов с НМРЛ будут содержать редкие мутации *EGFR* [17].

Интерес к разработке специфического анти-EGFR лечения опухолей привёл к созданию двух классов препаратов: моноклональных антител и ингибиторов тирозинкиназы (TKIs). TKIs - это небольшие молекулы, которые конкурируют с аденозинтрифосфатом и предотвращают его связывание с внутриклеточной частью рецептора тирозинкиназы. Эти агенты вызывают регрессию опухоли путём усиления апоптоза и ингибирования клеточной пролиферации и ангиогенеза [18]. После пер-

вых клинических исследований стало ясно, что обе стратегии эффективны лишь у части пациентов с НМРЛ, что подчеркивает необходимость предварительного отбора пациентов для оптимальной терапии [19].

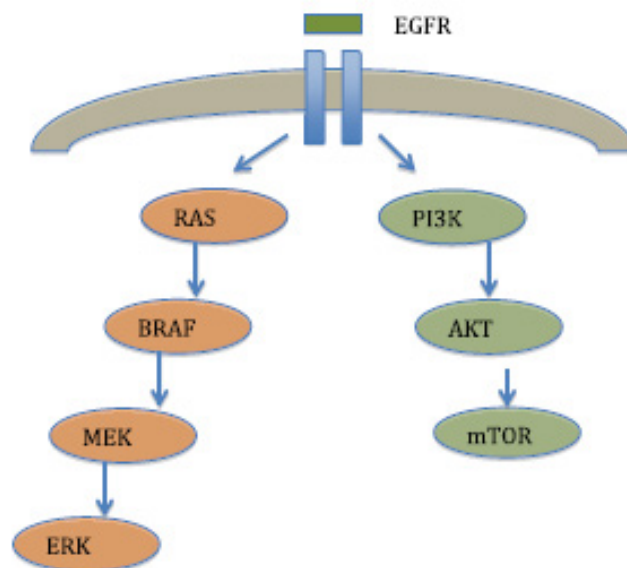


Рисунок 2. Сигнальные пути EGFR: EGRF - Epidermal Growth Factor Receptor; RAS - Rat Sarcoma Gene; BRAF - Proto-oncogene B-Raf; MEK - Mitogen-activated protein kinase; ERK - Extracellular Signal-regulated Kinase; PI3K - phosphatidylinositol 3-kinase; AKT - v-akt murine thymoma viral oncogene homolog 1; mTOR - Mammalian target of rapamycin [19]

Figure 2. EGFR signaling pathways: EGRF - Epidermal Growth Factor Receptor; RAS- Rat Sarcoma Gene; BRAF -Proto-oncogene B-Raf; MEK -Mitogen-activated protein kinase; ERK - Extracellular Signal-regulated Kinase; PI3K - phosphatidylinositol 3-kinase; AKT - v-akt murine thymoma viral oncogene homolog 1; mTOR - Mammalian target of rapamycin [19]

Проведённые исследования указывают на то, что мутации EGFR являются более эффективным индикатором чувствительности к ингибиторам тирозинкиназы EGFR. Тем не менее, имеются данные, которые свидетельствуют о том, что увеличение числа экземпляров гена EGFR связано с чувствительностью к ингибиторам тирозинкиназы опухолей, содержащих дикий тип EGFR [19].

Одним из первых ингибиторов тирозинкиназы был гефитиниб, разработанный в 2002 году. Гефитиниб – это пероральная биодоступная малая молекула, которая специфически ингибирует тирозинкиназное фосфорилирование EGFR. Клинические испытания показали, что существует значительная вариабельность ответа на гефитиниб. Хороший клинический ответ чаще всего наблюдался у некурящих женщин с аденокарциномами и у коренных японцев. Однако предсказать чувствительность к гефитинибу по уровню сверхэкспрессии EGFR, определённой с помощью иммуногистохимии или иммуноблоттинга, не удалось [20].

Афатиниб (BIBW 2992, Gilotrif®, Giotrif®) является необратимым, пан-HER ингибитором, который блокирует все члены семейства HER с тирозинкиназными свойствами (EGFR, HER2 и HER4). Это АТФ-конкурентное анилино-хиназолиновое соединение с реактивной акриламидной группой, которая необратимо связывается с остатками цистеина в киназном домене EGFR и HER2 [21]. Более того, афатиниб способен ингибировать киназную активность *in vitro* и в животных моделях, когда устойчивая мутация T790M сопутствует чувствительной мутации [21].

В настоящее время проблема первичной резистентности НМРЛ с драйверными мутациями к ингибиторам тирозинкиназ (ИТК) активно изучается, и определено множество механизмов первичной резистентности, такие как инсерция в 20 экзоне гена EGFR или амплификация гена *c-met*, приводящая к гиперэкспрессии рецептора MET и активации RAS/RAF/MEK/MAPK, PI3K/AKT и c-SRC сигнальных путей [22].

21 мая 2021 г. FDA предоставило ускоренное одобрение препарату Rybrent (amivantamab-vmjw) для лечения взрослых пациентов с местнораспространённым или метастатическим немелкоклеточным раком лёгкого, в опухоли которых обнаружены инсерции в 20 экзоне гена EGFR, и у которых была установлена прогрессия во время или после проведения химиотерапии на основе платины, участвовавших в исследовании 1 фазы CHRYSLIS (NCT02609776). В группе, в которой все пациенты получали препарат, общая частота ответов соста-

вила 40 %, медиана продолжительности ответа – 11,1 месяца, причём у 63 % пациентов продолжительность ответа составила 6 месяцев и более. На основе полученных данных препарат получил статус Breakthrough Therapy по этому показанию, а заявка – статус Priority Review. В октябре 2021 г. маркетинговая заявка, поданная в ЕМА, получила положительное заключение [22].

Амивантамаб – человеческое биспецифическое антитело, направленное против EGFR и мезенхимально-эпителиального фактора перехода (MET), созданное на платформе Genmab DuoBody с контролируемым обменом Fab-армами. Препарат на основе IgG1 содержит мало фукозы и в соответствующих моделях *in vivo* продемонстрировал несколько механизмов действия, включая антителизависимую клеточно-опосредованную цитотоксичность (ADCC), снижение активности рецепторов и трогоцитоз [23].

Таким образом, необходимы дальнейшие молекулярно-генетические исследования для лучшего понимания патогенеза НМРЛ и эффективный подход к дотестовому генетическому консультированию пациентов. Углублённое понимание фундаментальной биологии различных редких мутаций EGFR поможет выявить зависимости, специфичные только для этих мутаций. Это знание может быть использовано в терапевтических целях при различных заболеваниях. Результаты таких исследований могут способствовать разработке более точных и эффективных лечебных подходов, специально направленных на определённые мутации EGFR и их влияние на различные патологии.

Компания «ДНК-технология» разработала набор реагентов «EGFR 8», который предназначен для определения соматических мутаций в гене EGFR (делеций и инсерций в 19 экзоне, инсерций в 20 экзоне, мутаций L858R, T790M, L861Q, S768I и G719X) методом полимеразной цепной реакции (ПЦР) в режиме реального времени в препаратах ДНК.

Компания «ТестГен» разработала ряд наборов реагентов, которые можно использовать при обследовании пациентов с диагнозом немелкоклеточный рак лёгкого для выявления мутаций гена EGFR (g719x, s768i, t790m, l858r, l861q, делеций в 19 экзоне, инсерций в 20 экзоне) с целью определения показаний к таргетной терапии ингибиторами тирозинкиназы EGFR и мониторинга ответа на них для оперативного изменения программы лечения пациента.

Литература [References]

- Bray F, Ferlay J, Soerjomataram I et al. Global cancer statistics 2018: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 85 countries. *CA Cancer J Clin*. 2018;68(6):394-424. <https://doi.org/10.3322/caac.21492>
- Мазуренко Н.Н., Цыганова И.В., Гагарин И.М., Чуев Ю.В., Мочальникова В.В., Коломейцева А.А., Горбунова В.А. Мутации EGFR и KRAS, важные для таргетной терапии немелкоклеточного рака легких. *Молекулярная медицина*. 2013;6. Mazurenko N.N., Tsyganova I.V., Gagarin I.M., Chuev Yu.V., Mochalnikova V.V., Kolomeitseva A.A., Gorbunova V.A. EGFR and KRAS mutations important for targeted therapy of non-small cell lung cancer. *Molecular medicine*. 2013;6. (In Russ). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mutatsii-egfr-i-kras-vazhnye-dlya-targetnoy-terapii-nemelkokletochnogo-raka-legkih>.
- Duma N, Santana-Davila R, Molina JR. Non-Small Cell Lung Cancer: Epidemiology, Screening, Diagnosis, and Treatment. *Mayo Clin Proc*. 2019 Aug. 94(8):1623-1640. <https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2019.01.013>. PMID: 31378236.
- Моисеенко В.М., Проценко С.А., Семенов И.И. и др. Применение Ирессы (гефитиниба) в качестве терапии первой линии для лечения неоперабельных аденокарцином лёгкого, содержащих мутацию в гене EGFR. *Современная онкология*. 2010;12(1):74-80. Moiseenko V.M., Protsenko S.A., Semenov I.I., etc. The use of Iressa (gefitinib) as a first-line therapy for the treatment of inoperable lung adenocarcinomas containing a mutation in the EGFR gene. *Modern oncology*. 2010;12(1):74-80. (In Russ).
- Shi Y et al. A prospective, molecular epidemiology study of EGFR mutations in asian patients with advanced non-small-cell lung cancer of adenocarcinoma histology (PIONEER). *J Thorac Oncol*. 2014;9(2):154-162.
- Огнерубов Н.А., Сычев В.Д., Козлова Н.А., Чанг В.Л. Молекулярно-генетический портрет немелкоклеточного рака легких в Тамбовской области: региональный опыт. *Современная онкология*. 2020;22(3):88-93. Ognerubov N.A., Sychev V.D., Kozlova N.A., Chang V.L. Molecular genetic portrait of non-small cell lung cancer in the Tambov region: regional experience. *Modern oncology*. 2020;22(3):88-93. (In Russ). <https://doi.org/10.26442/18151434.2020.3.200393>
- Herbst RS, Shin DM. Monoclonal antibodies to target epidermal growth factor receptor-positive tumors: a new paradigm for cancer therapy. *Cancer*. 2002;94:1593-611.
- Olayioye MA, Neve RM, Lane HA, Hynes NE. The ErbB signaling network: receptor heterodimerization in development and cancer. *EMBO J*. 2000;19:3159-67.
- Normanno N, De Luca A, Bianco C, Strizzi L, Mancino M, Maiello MR, et al. Epidermal growth factor receptor (EGFR) signaling in cancer. *Gene*. 2006;366:2-16.
- Sergina NV, Moasser MM. The HER family and cancer: emerging molecular mechanisms and therapeutic targets. *Trends Mol Med*. 2007;13(12):527-34. <https://doi.org/10.1016/j.molmed.2007.10.002>
- Lynch TJ, Bell DW, Sordella R, Gurubhagavatula S, Okimoto RA, Brannigan BW, et al. Activating mutations in the epidermal growth factor receptor underlying responsiveness of non-small-cell lung cancer to gefitinib. *New Engl J Med*. 2004;350:2129-39.
- Mitsudomi T, Kosaka T, Endoh H, Horio Y, Hida T, Mori S, et al. Mutations of the epidermal growth factor receptor gene predict prolonged survival after gefitinib treatment in patients with non-small-cell lung cancer with postoperative recurrence. *J Clin Oncol*. 2005;23:2513-20.
- Sharma SV, Bell DW, Settleman J, Haber DA. Epidermal growth factor receptor mutations in lung cancer. *Nat Rev Cancer*. 2007;7(3):169-81.
- Rosell R, Moran T, Queralt C, Porta R, Cardenal F, Camps C, et al. Screening for epidermal growth factor receptor mutations in lung cancer. *N Engl J Med*. 2009;361(10):958-67.
- Когония Л.М., Губенко М.С., Ашхацава Т.И. Что мы знаем о молекулярно-биологических особенностях EGFR при глиобlastомах и немелкоклеточном раке легких? *Медицинский совет*. 2022;16(9):126-130. Kogonia L.M., Gubenko M.S., Ashkhatsava T.I. What do we know about the molecular biological features of EGFR in glioblastomas and non-small cell lung cancer? *Medical advice*. 2022;16(9):126-130. (In Russ). <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2022-16-9-126-130>
- Carcereny E, Morán T, Capdevila L, et al. The epidermal growth factor receptor (EGFR) in lung cancer. *Transl Respir Med*. 2015;3(1). <https://doi.org/10.1186/s40247-015-0013-z>
- Cappuzzo F, Camidge DR, Varella-Garcia M. Is FISH floating or still swimming in the lung cancer ocean? *Ann Oncol* 2011;22(3):493-99
- Li D, Ambrogio L, Shimamura T, Kubo S, Takahashi M, Chirieac LR, et al. BIBW2992, an irreversible EGFR/HER2 inhibitor highly effective in preclinical lung cancer models. *Oncogene*. 2008;27(34):4702-11.
- Mitsudomi T., Kosaka T., Endoh H., Horio Y., Hida T., Mori S. et al. Mutations of the epidermal growth factor receptor gene predict prolonged survival after gefitinib treatment in patients with non-smallcell lung cancer with postoperative recurrence. *J. Clin. Oncol*. 2005;23:2513-2520.
- U.S. Food and Drug Administration. NDA/BLA multi-disciplinary review and evaluation: BLA 761210; RYBREVANT, amivantamab-vmjw. [accessed 2021 Nov 1].
- Neijssen J, Cardoso RMF, Chevalier KM, Wiegman L, Valerius T, Anderson GM et al. Discovery of amivantamab (JNJ-61186372), a bispecific antibody targeting EGFR and MET. *J Biol Chem*. 2021;296:100641. <https://doi.org/10.1016/j.jbc.2021.100641>

Авторская справка

Павлова Ольга Николаевна

Д-р биол. наук, доцент, заведующая кафедрой физиологии с курсом безопасности жизнедеятельности и медицины катастроф, Самарский государственный медицинский университет.

ORCID 0000-0002-8055-1958

Вклад автора: разработка концепции исследования, анализ данных литературы.

Букарева Ольга Петровна

Врач-онколог, ассистент кафедры физиологии с курсом безопасности жизнедеятельности и медицины катастроф Самарский государственный медицинский университет.

Вклад автора: подготовка текста работы, анализ данных литературы.

Author's reference

Ol'ga N. Pavlova

Dr. Sci. (Biol.), Associate Professor, Head of the Department of Physiology with the course of Life Safety and Disaster Medicine, Samara State Medical University.

ORCID 0000-0002-8055-1958

Author's contribution: analysis of literature data, development of the research concept.

Ol'ga P. Bukareva

Oncologist, assistant at the Department of Physiology with a course in life safety and Disaster Medicine Samara State Medical University.

Author's contribution: preparation of the text of the work, analysis of literature data.

КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ

CLINICAL CASE

ОПИСАНИЕ СЛУЧАЯ
<https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2024.1.CASE.1>

CASE DESCRIPTION
УДК 616.65-006-089

ТРОМБОЗ ВОРОТНОЙ ВЕНЫ ПОСЛЕ ДВАЖДЫ УСТАНОВЛЕННОГО ТРАНСЪЮГУЛЯРНОГО ВНУТРИПЕЧЁНОЧНОГО ПОРТОСИСТЕМНОГО СТЕНТА (КЛИНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ)

М.С. Гуска¹, А.Д. Кузнецова², Б.И. Казымов^{3, 4}, К.Ф. Алекберов⁴, З.Г. Казиахмедова¹, Б.И. Яремин^{3, 4, 5}

¹Первый московский государственный медицинский университет

им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет), ул. Трубецкая, д. 8/2, г. Москва, 119991, Россия

²Рязанский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова, ул. Высоковольная, д. 9 г. Рязань, 390026, Россия

³Московский медицинский университет «Реавиз», Краснобогатырская ул., 2, стр. 2, г. Москва, 107564, Россия

⁴Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского, Большая Сухаревская пл., д. 3, г. Москва, 129090, Россия

⁵Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова, ул. Островитянова д. 1, г. Москва, 117997, Россия

Резюме. *Актуальность.* Трансплантация печени включает реконструкцию нескольких сосудистых структур. Портальная реконструкция несёт множество трудностей в связи с нередким интраоперационным обнаружением её тромбоза. Тромбоз воротной вены является состоянием, вызванным застоем кровотока, повреждением сосудов или гиперкоагуляцией, приводящим к частичной или полной окклюзии воротной вены. Распространённость тромбоза колеблется от 2,1 до 23,3% среди кандидатов на трансплантацию печени без гепатоцеллюлярного рака. По данным аутопсии, частота тромбоза при циррозе печени составляет 6–64%. *Цель:* анализ случая тромбоза воротной вены у пациента с двумя предварительными попытками установки трансъюгулярных внутрипечёночных портосистемных стентов из-за тромбоза. *Материалы и методы:* клинический случай тромбоза стента и бассейна воротной вены у 53-летнего пациента с декомпенсированным циррозом печени в исходе вирусного гепатита С с портальной гипертензией. Особенностью данного случая является то, что после проведённого дважды трансъюгулярного внутрипечёночного портосистемного стентирования, тромбоз воротной вены был обнаружен только интраоперационно. Проведена трансплантация печени, функциональность трансплантата не была нарушена. *Заключение.* Этот случай иллюстрирует необходимость будущих исследований по теме тромбоза воротной вены и методик идентификации его дооперационно.

Ключевые слова: ТВПС, тромбоз ТВПС, тромбоз бассейна воротной вены, MLTR классификация.

Конфликт интересов. Б.И. Яремин является ответственным секретарём редакционной коллегии журнала. В принятии решения о публикации работы участия не принимал.

Финансирование. Исследование проводилось без спонсорской поддержки.

Соответствие нормам этики. Авторы подтверждают, что соблюдены права людей, принимавших участие в исследовании, включая получение информированного согласия в тех случаях, когда оно необходимо.

Для цитирования: Гуска М.С., Кузнецова А.Д., Казымов Б.И., Алекберов К.Ф., Казиахмедова З.Г., Яремин Б.И. Тромбоз воротной вены после дважды установленного трансъюгулярного внутрипечёночного портосистемного стентирования (клиническое наблюдение). Вестник медицинского института «РЕАВИЗ». Реабилитация, Врач и Здоровье. 2024;14(1):91-97. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2024.1.CASE.1>

PORTAL VEIN THROMBOSIS AFTER DOUBLE INSTALLATION OF TRANSJUGULAR INTRAHEPATIC PORTOSYSTEMIC STENT (CLINICAL OBSERVATION)

Mark S. Guska¹, Aleksandra D. Kuznetsova², Bakhtiyar I. Kazymov^{3,4}, Kyamran F. Alekberov⁴,
Zaira G. Kaziakhmedova¹, Boris I. Yaremin^{3,4,5}

¹I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), 8/2, Trubetskaya str., Moscow, 119991, Russia

²Ryazan State Medical University, Vysokovoltynaya str., 9, Ryazan, 390026, Russia

³Moscow Medical University "Reaviz", 2, building 2, Krasnobogatyrskaya str., Moscow, 107564, Russia

⁴N.V. Sklifosovsky Research Institute of Emergency Medicine, 3, Bolshaya Sukharevskaya Square, Moscow, 129090, Russia

⁵N.I. Pirogov Russian National Research Medical University, 1, Ostrovityanova str., Moscow, 117997, Russia

Abstract. Relevance. Liver transplantation involves reconstruction of several vascular structures. Portal reconstruction presents many difficulties due to the frequent intraoperative detection of thrombosis. Portal vein thrombosis is a condition caused by stagnation of blood flow, vascular injury, or hypercoagulability, leading to partial or complete occlusion of the portal vein. The prevalence of thrombosis ranges from 2.1 to 23.3% among liver transplant candidates without hepatocellular cancer. According to autopsy data, the incidence of thrombosis in liver cirrhosis is 6–64%. Purpose: to analyze a case of portal vein thrombosis in a patient with two preliminary attempts to install transjugular intrahepatic portosystemic stents and their thrombosis. Materials and methods: a clinical case of thrombosis of the stent and portal vein in a 53-year-old patient with decompensated liver cirrhosis as a result of viral hepatitis C with portal hypertension. The peculiarity of this case is that after double transjugular intrahepatic portosystemic stenting, thrombosis of the venous vein was detected only intraoperatively. A liver transplant was performed; the functionality of the graft was not impaired. Conclusion. This case illustrates the need for future research on the topic of portal vein thrombosis and techniques for identifying it preoperatively.

Keywords: TIPS, TIPS thrombosis, portal vein thrombosis, MLTR classification.

Competing interests. B.I. Yaremin is the executive secretary of the editorial board of the journal. He was not take part in the decision to publish the work.

Funding. This research received no external funding.

Compliance with ethical principles. The authors confirm that they respect the rights of the people participated in the study, including obtaining informed consent when it is necessary.

Cite as: Guska M.S., Kuznetsova A.D., Kazymov B.I., Alekberov K.F., Kaziakhmedova Z.G., Yaremin B.I. Portal vein thrombosis after double installation of transjugular intrahepatic portosystemic stent (clinical observation). *Вестник медицинского института «РЕАВИЗ». Реабилитация, Врач и Здоровье.* 2024;14(1):91–97. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2024.1.CASE.1>

Введение

Тромбоз воротной вены (ТБВ) – это обструкция её внепеченочной части с вовлечением внутрипеченочных ветвей и притоков, или без них [1]. Распространенность ТБВ у пациентов с циррозом печени без гепатоцеллюлярной карциномы в листе ожидания трансплантации печени составляет от 2,1 до 23,3 % [2]. Этиологическими факторами ТБВ обычно являются цирроз в исходе диффузных заболеваний печени, злокачественные новообразования, воспалительные заболевания и травмы органов брюшной полости, системные тромбофилии [1, 2]. Редкой причиной ТБВ является проведение трансъюгулярного внутрипеченочного портосистемного стентирования.

Трансъюгулярное внутрипеченочное портосистемное стентирование (ТВПС/TIPS) – это эндоваскулярное вмешательство, в ходе которого через прокол в яремной вене создаётся внутрипеченочный шунт между одной из печеночных вен и воротной веной для разрешения осложнений портальной гипертензии. ТВПС всё чаще используется для лечения резистентного к консервативной терапии асцита, гидроторакса, а также для профилактики и остановки кровотечений из варикозно-расширенных вен пищевода (ВРВП) и желудка при портальной гипертензии, вызванной циррозом печени. ТВПС улучшает качество жизни и увеличивает выживаемость пациентов в листе ожидания трансплантации печени, выполняя роль bridge-терапии [3, 4]. Развитие тромбоза после уста-

новки TIPS является редким осложнением, которое наблюдалось только у 3–10% пациентов при использовании стента без внутреннего покрытия (стент-графт) в нескольких крупных рандомизированных исследованиях [5–8]. Эти показатели были значительно сокращены с использованием стентов, покрытых политетрафторэтиленом (PTFE) [9].

Тромбоз стента может развиваться во время его установки, либо в течение нескольких дней после установки [8, 10]. Предполагаемыми причинами тромбоза могут быть утечка желчи в шунт, синдромы гиперкоагуляции или неправильное расположение стента. Непосредственным результатом развития тромбоза является окклюзия TIPS, приводящая к рецидиву осложнений портальной гипертензии, а также потенциально вызывающая ишемию кишечника в результате венозного застоя при тромбозе, распространяющегося на селезеночную и брыжечную вену [11]. В случае тромбоза впервые установленного стента возникает трансъюгулярная внутрипеченочная портосистемная стент-шунтовая недостаточность, что делает необходимым установку второго параллельного TIPS [12]. Несмотря на то, что риск рецидива ТБВ при ТВПС изучался лишь в нескольких ретроспективных исследованиях, в них было выявлено, что формирование тромбоза воротной вены было обнаружено у 26,7% пациентов с циррозом печени, перенёсших TIPS, что было аналогично пациентам без TIPS [13–15].

Описание клинического случая

Пациент 53 года, мужчина. Из анамнеза известно, что с 50 лет выявлен вирусный гепатит С. Заболевание дебютировало с пожелтения кожных покровов, увеличения живота в размерах, тогда пациент обратился в больницу по месту жительства, где по данным обследования выявлен цирроз печени в исходе вирусного гепатита С класс С (11 баллов) по Child-Pugh, варикозное расширение вен пищевода 3 степени, гиперспленизм: тромбоцитопения, панцитопения. Печёночно-клеточная недостаточность: гипопротеинемия, гипоальбуминемия, гипокоагуляция, энцефалопатия 1 степени. Через год после установки диагноза в связи с ухудшением состояния направлен на установку ТВПС (рис. 1), перед чем был выполнен порталый тромблизис. По данным КТ выявлен тромбоз бассейна воротной вены M1L2T1R0. В связи с высоким риском кровотечения было выполнено лигирование ВРВП пищевода. Но через полгода с клинической картиной желудочно-кишечного кровотечения поступил в стационар, где было проведено повторное лигирование ВРВП. Уже через месяц произошёл рецидив, и проводилось повторное лигирование и склерозирование. По экстренным показаниям поступил в отделение реанимации для ожидания трансплантации печени.

Трансплантация была выполнена через несколько недель. Во время операции в брюшной полости отмечалось большое количество мутной асцитической жидкости с слизистым компонентом, выявлены признаки портальной гипертензии – расширенные венозные коллатерали в брюшной полости до 0,5 см. Печень значительно увеличена в размерах, ригидная, бурого цвета, бугристая по всей поверхности, с включениями фиброза. Воротная вена расширена до 3 см, с признаками тромбоза, плотная, тромбоз воротной, селезёночной вен – M1L2T1R0. Воротная вена пересечена, из проксимального отдела воротной вены и селезёночной вены удалён ранее установленный стент длиной 12 см с фрагментами тромба. Был проведён кавальный флашинг, выявлены сохраняющиеся пристеночные тромбы воротной и селезёночной вены, проведена тромбэктомия, достигнут адекватный венозный кровоток. Выполнена гепатэктомия с сохранением ретропеченочного отдела нижней полой вены. Кровопотеря составила 1000 мл.

Инструментальные исследования: на 1-е сутки после операции по данным УЗИ эхо-признаков нарушения гемодинамики трансплантата печени не выявлено. Далее, в течении недели по данным УЗИ: воротная вена – 1,3 см, кровоток сохранён; ЛСК – 0,28 м/сек; печёночная артерия – 0,4 см; ЛСК – 0,36 м/сек; РИ – 0,6; печёночная вена – 0,8 см, ЛСК – 0,24 м/сек; форма доплеровской кривой фазного типа (HV0).



Рисунок 1. 3D реконструкция КТ брюшной полости с установленным ТВПС

Figure 1. 3D CT reconstruction of the abdomen with TIPS installed

Лабораторные анализы: после операции концентрация МНО, протромбинового времени в пределах нормы. На момент выписки МНО – 1,14, протромбин – 13,3 с, АЧТВ – 28,2 с, тромбоциты – $251 \times 10^9/\text{л}$, гемоглобин – 73 г/л, эритроциты – $2,40 \times 10^{12}/\text{л}$.

Лечение: во время операции была проведена реинфузия CATS-эритроцитов – 878 мл, Ht 18% и компонентов крови – СЗП 720 мл, эр. взвесь – 620 мл. В послеоперационном периоде проводилась инфузионная (альбумин 20%, стерофундин, аминоклаз-маль-гепа, глюкоза 5%, липоплюс), обезболивающая (кетопрофен, трамал, анальгин), антибактериальная (сульмаграф, флуконазол, бисептол) и иммуносупрессивная (адваграф 7 мг, микофенолата мофетил 720 мг×2 р/сут., метипред) терапии, а также дополнительная терапия (гепарин, вазопростан, арикстра, фуросемид, оmez, карди АСК).

Пациент был выписан из стационара в удовлетворительном состоянии, трансплантат на момент выписки функционировал нормально. Через 2 месяца было выполнено УЗИ трансплантата – воротная вена 2,3 см. Кровоток сохранён на уровне ствола фрагментарно, на уровне ветвей не регистрируется. В просвете – тромботические массы. Печёночная артерия – 0,4 см, ЛСК – 0,36 м/сек., РИ –

0,41, печёночная вена – 0,8 см, ЛСК – 0,24 м/сек. Форма доплеровской кривой фазного типа (HV0) УЗДГ признаки тромбоза воротной вены. МНО – 1,03, протромбин – 12,0, тромбиновое время – 16,9, концентрация фибриногена – 4,22.

Обсуждение

Воротная вена образуется путём слияния верхней брыжеечной вены и ствола, образованного соединением селезёночной вены и нижней брыжеечной, обеспечивая дренаж для селезенки, желудка и большей части кишечника. Тромбоз воротной вены возникает, когда тромб частично или полностью закупоривает просвет сосуда. Сотрудниками центра трансплантации печени на базе НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского разработана классификация тромбозов воротного бассейна MLTR, позволяющая точно дифференцировать влияние ТВВ на операционную тактику. Буквы в аббревиатуре означают локализацию тромбоза: М (mesenterica) – брыжеечная вена, L (lienalis) – селезёночная вена, Т (truncus) – ствол воротной вены, R (rami) – правая и левая ветви воротной вены. Каждая буква имеет цифру, в зависимости от степени тромбоза: 0 – отсутствие тромбоза, 1 – пристеночный тромбоз, 2 – тотальный тромбоз. Например, в описанном клиническом случае у пациента до трансплантации печени был диагностирован ТВВ M1L2T1R0: пристеночный тромбоз верхней брыжеечной вены и ствола воротной вены, тотальный тромбоз селезёночной вены, отсутствие тромбоза в левой и правой ветвях воротной вены. Разработанная классификация применяется для оценки гемодинамических изменений и предоперационной подготовки у реципиентов в листе ожидания [16].

Подобно любому венозному тромбозу, для ТВВ актуальна триада Вирхова: гиперкоагуляция, повреждение эндотелия и стаз, хотя этиология этих изменений совершенно различна. Венозный стаз часто встречается при циррозе печени, синдроме Бадда-Киари, веноокклюзионной болезни и выражается в снижении линейной скорости кровотока (ЛСК) в воротной вене, что можно выявить при проведении ультразвуковой доплерографии. Главную роль в возникновении стаза играет повышенное внутрипечёночное сосудистое сопротивление из-за сдавления портальных трактов регенераторными узлами при циррозе печени [17]. Повышенная активность симпатической нервной системы, нарушение способности печени деактивировать эндогенные и экзогенные вазодилататоры приводят к дилатации сосудов спланхического кровеносного русла и, как следствие, увеличивают объём крови, поступающий в систему воротной вены [18]. В ряде исследований показатель ЛСК менее 15 см/с в во-

ротной вене при циррозе печени был определён как независимый прогностический фактор развития ТВВ [19, 20].

Пациенты с ТВВ должны быть обследованы на предмет местных и системных тромбофилических состояний. К системным тромбофилиям относятся миелопролиферативные и аутоиммунные заболевания, пароксизмальная ночная гемоглобинурия. К местным – воспалительные заболевания и злокачественные новообразования брюшной полости. Скрининг на врожденные тромбофилические состояния включает в себя поиск врожденного дефицита протеина С и S, антитромбина, выявление Лейденской мутации, генетического маркера G20210A и антифосфолипидных антител [21].

Традиционные лабораторные показатели коагуляции, такие как протромбиновое время (ПВ), международное нормализованное отношение (МНО) и активированное частичное тромбопластиновое время (АЧТВ), оказались неинформативными при циррозе печени, поскольку эти показатели лишь частично оценивают системы гемостаза. Глобальные тесты, в том числе тесты образования тромбина в плазме, анализы фибринолиза в плазме и вязкоэластические тесты образования сгустков цельной крови, сыграли важную роль в разработке современной концепции ребалансированного гемостаза [22]. Тесты на образование тромбина в плазме и вязкоупругие тесты цельной крови, такие как тромбоэластография (ТЭГ) или ротационная тромбоэластометрия (ROTEM), показали, что пациенты с циррозом печени имеют нормальную или повышенную тромбингенерирующую способность и почти нормальное образование сгустков цельной крови [23].

Наследственная или приобретенная тромбофилия наблюдается у 20% лиц с ТВВ и чаще встречается у лиц с циррозом печени и ТВВ по сравнению с лицами только с циррозом печени [24]. Наследственная тромбофилия, такая как мутация фактора V Лейдена и мутация гена протромбина G20210A, связана с ТВВ [25]. Сообщалось о низких уровнях антитромбина и белков С и S при циррозе печени, однако неясно, является ли это истинной наследственной тромбофилией или приобретённой вследствие заболевания печени. Мета-анализ показал, что антитромбин и белки С и S не имеют существенного отношения к развитию ТВВ при циррозе печени [26].

Ряд исследований показал, что повреждение эндотелия воротной системы на фоне портальной гипертензии также играет роль в патогенезе ТВВ [27]. Carnevale R и соавт. обнаружили стимуляцию выработки фактора свертывания VIII от воздействия ЛПС кишечной микрофлоры на эндотелий кишечника, установив механизм возникновения известной до

этого повышенной концентрации фактора VIII у пациентов с циррозом печени [28]. Praktikno M и соавт. предположили возможность измерения концентрации ЛПС в венозной крови как предиктора повреждения эндотелия и дисбаланса системы гемостаза с преобладанием свертывания [29]. К другим причинам повреждения эндотелия можно отнести врастание злокачественных новообразований в сосуды воротной системы [30], воспалительные заболевания органов брюшной полости, затрагивающие эндотелий вен [31], ятрогенное повреждение венозных стволов [32].

Также описаны случаи ТВВ после ТВПС и их корреляция с лейкопенией, тяжестью цирроза по шкале Чайлд-Пью и наличием асцита до шунтирования. Выживаемость пациентов с ТВВ после выполнения ТВПС была ниже по сравнению с пациентами без

послеоперационного тромбоза [33]. К специфическим причинам ТВВ можно отнести тромбоз, возникший после трансплантации печени. ТВВ снижает выживаемость реципиентов и увеличивает частоту потери трансплантата [34]. ТВВ у реципиентов в листе ожидания и выполнение тромбинэктомии во время трансплантации в некоторых работах определены как факторы риска послеоперационного ТВВ [35, 36], в других же исследованиях авторы не обнаружили влияния этих факторов на развитие тромбоза [37, 38].

Заключение

Этот случай иллюстрирует необходимость будущих исследований по теме тромбоза воротной вены и методик идентификации его дооперационно.

Литература [References]

- 1 De Franchis R; Baveno V Faculty. Revising consensus in portal hypertension: report of the Baveno V consensus workshop on methodology of diagnosis and therapy in portal hypertension. *J Hepatol.* 2010 Oct;53(4):762-8. <https://doi.org/10.1016/j.jhep.2010.06.004>. Epub 2010 Jun 27. PMID: 20638742.
- 2 Rodriguez-Castro KI, Porte RJ, Nadal E, Germani G, Burra P, Senzolo M. Management of nonneoplastic portal vein thrombosis in the setting of liver transplantation: a systematic review. *Transplantation.* 2012;94:1145-1153.
- 3 Englesbe MJ, Kubus J, Muhammad W, Sonnenday CJ, Welling T, Punch JD, et al. Portal vein thrombosis and survival in patients with cirrhosis. *Liver Transpl.* 2010;16:83-90.
- 4 Unger LW, Stork T, Bucsecs T, Rasoul-Rockenschaub S, Stauffer K, Trauner M, Maschke S, Pawloff M, Soliman T, Reiberger T, Berlakovich GA. The role of TIPS in the management of liver transplant candidates. *United European Gastroenterol J.* 2017 Dec;5(8):1100-1107. <https://doi.org/10.1177/2050640617704807>. Epub 2017 Apr 7. PMID: 29238588; PMCID: PMC5721983.
- 5 Lind CD, Malisch TW, Chong WK, et al. Incidence of shunt occlusion or stenosis following transjugular intrahepatic portosystemic shunt placement. *Gastroenterology.* 1994;106:1277-83.
- 6 LaBerge JM, Somberg KA, Lake JR, et al. Two-year outcome following transjugular intrahepatic portosystemic shunt for variceal bleeding: results in 90 patients. *Gastroenterology.* 1995;108:1143-51.
- 7 Rössle M, Siegerstetter V, Huber M, et al. The first decade of the transjugular intrahepatic portosystemic shunt (TIPS): state of the art. *Liver.* 1998;18:73-89.
- 8 Tripathi D, Helmy A, Macbeth K, et al. Ten years' follow-up of 472 patients following transjugular intrahepatic portosystemic stent-shunt insertion at a single centre. *Eur J Gastroenterol Hepatol.* 2004;16:9-18.
- 9 Rössle M. TIPS: 25 years later. *J Hepatol.* 2013 Nov;59(5):1081-93. <https://doi.org/10.1016/j.jhep.2013.06.014>. Epub 2013 Jun 25. PMID: 23811307.
- 10 Boyer TD, Haskal ZJ; American Association for the Study of Liver Diseases. The Role of Transjugular Intrahepatic Portosystemic Shunt (TIPS) in the Management of Portal Hypertension: update 2009. *Hepatology.* 2010;51:306.
- 11 Cura M, Cura A, Suri R, et al. Causes of TIPS dysfunction. *AJR Am J Roentgenol.* 2008;191:1751-7.
- 12 Helmy A, Redhead DN, Stanley AJ, Hayes PC. The natural history of parallel transjugular intrahepatic portosystemic stent shunts using uncovered stent: the role of host-related factors. *Liver Int.* 2006 Jun;26(5):572-8. <https://doi.org/10.1111/j.1478-3231.2006.01264.x> PMID: 16762002.
- 13 Yue-Meng W, Li YH, Wu HM, Yang J, Yang LH, Xu Y. Portal Vein Thrombosis in Patients With Cirrhosis Undergoing Elective Transjugular Intrahepatic Portosystemic Shunt: Risk Factors, Warfarin Efficacy, and Clinical Outcomes. *Clin Appl Thromb Hemost.* 2018 Apr;24(3):462-470. <https://doi.org/10.1177/1076029616689593>. Epub 2017 Jan 23. PMID: 28110540; PMCID: PMC6714657.
- 14 Okuda K, Ohnishi K, Kimura K, et al. Incidence of portal vein thrombosis in liver cirrhosis. An angiographic study in 708 patients. *Gastroenterology.* 1985;89(2):279-286.
- 15 Tsochatzis EA, Senzolo M, Germani G, et al. Systematic review: portal vein thrombosis in cirrhosis. *Aliment Pharmacol Ther.* 2010;31(3):366-374.
- 16 Казымов Б.И., Алекберов К.Ф. Способ трансплантации печени при наличии тромбоза воротного бассейна, основанный на mltr классификации. *Вестник медицинского института «Реавиз»: реабилитация, врач и здоровье.* 2022;2(56). Special Issue. Kazymov B.I., Alekberov K.F. A method of liver transplantation in the presence of portal basin thrombosis based on mltr classification. *Bulletin of the medical institute "Reaviz": rehabilitation, doctor and health.* 2022;2(56). Special Issue. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sposob-transplantatsii-pecheni-pri-nalichii-tromboza-vorotnogo-basseyna-osnovanny-na-mltr-klassifikatsii>. (in Russ).
- 17 Anton A, Campreciós G, Pérez-Campuzano V, Orts L, García-Pagán JC, Hernández-Gea V. The Pathophysiology of Portal Vein Thrombosis in Cirrhosis: Getting Deeper into Virchow's Triad. *J Clin Med.* 2022 Feb 2;11(3):800. <https://doi.org/10.3390/jcm11030800>. PMID: 35160251; PMCID: PMC8837039.
- 18 Hennenberg M, Trebicka J, Sauerbruch T, Heller J. Mechanisms of extrahepatic vasodilation in portal hypertension. *Gut.* 2008 Sep;57(9):1300-14. <https://doi.org/10.1136/gut.2007.144584>. Epub 2008 Apr 29. PMID: 18445644.
- 19 Stine JG, Wang J, Shah PM, Argo CK, Intagliata N, Uflacker A, Caldwell SH, Northup PG. Decreased portal vein velocity is predictive of the development of portal vein thrombosis: A matched case-control study. *Liver Int.* 2018 Jan;38(1):94-101. <https://doi.org/10.1111/liv.13500>. Epub 2017 Sep 9. PMID: 28632958; PMCID: PMC10540634.

- 20 Zocco MA, Di Stasio E, De Cristofaro R, Novi M, Ainora ME, Ponziani F, Riccardi L, Lancellotti S, Santoliquido A, Flore R, Pompili M, Rapaccini GL, Tondi P, Gasbarrini GB, Landolfi R, Gasbarrini A. Thrombotic risk factors in patients with liver cirrhosis: correlation with MELD scoring system and portal vein thrombosis development. *J Hepatol*. 2009 Oct;51(4):682-9. <https://doi.org/10.1016/j.jhep.2009.03.013>. Epub 2009 Apr 23. PMID: 19464747.
- 21 Клинические рекомендации EASL: заболевания сосудов печени. *Journal of Hepatology*. Русское издание. 2016;2(1):87-114. Clinical guidelines for EASL: vascular disease of the liver. *Journal of Hepatology*. Russian edition. 2016; 2(1): 87-114. (in Russ).
- 22 Northup PG, Garcia-Pagan JC, Garcia-Tsao G, Intagliata NM, Superina RA, Roberts LN, Lisman T, Valla DC. Vascular Liver Disorders, Portal Vein Thrombosis, and Procedural Bleeding in Patients With Liver Disease: 2020 Practice Guidance by the American Association for the Study of Liver Diseases. *Hepatology*. 2021 Jan;73(1):366-413. <https://doi.org/10.1002/hep.31646>. Epub 2021 Jan 20. PMID: 33219529.
- 23 Lisman T, Porte RJ. Pathogenesis, prevention, and management of bleeding and thrombosis in patients with liver diseases. *Res Pract Thromb Haemost*. 2017;1:150-161.
- 24 Rajani R, Bjornsson E, Bergquist A, et al. The epidemiology and clinical features of portal vein thrombosis: a multicentre study. *Aliment Pharmacol Ther*. 2010;32:1154-1162.
- 25 Dentali F, Galli M, Gianni M, et al. Inherited thrombophilic abnormalities and risk of portal vein thrombosis: a meta- analysis. *Thromb Haemost*. 2008; 99: 675-682.
- 26 Qi X, Chen H, Han G. Effect of antithrombin, protein C and protein S on portal vein thrombosis in liver cirrhosis: a meta- analysis. *Am J Med Sci*. 2013;346:38-44.
- 27 Shalaby S, Simioni P, Campello E, Spiezia L, Gavasso S, Bizzaro D, Cardin R, D'Amico F, Gringeri E, Cillo U, Barbiero G, Battistel M, Zanetto A, Ruzzarin A, Burra P, Senzolo M. Endothelial Damage of the Portal Vein is Associated with Heparin-Like Effect in Advanced Stages of Cirrhosis. *Thromb Haemost*. 2020 Aug;120(8):1173-1181. <https://doi.org/10.1055/s-0040-1713169>. Epub 2020 Jun 30. PMID: 32604425.
- 28 Carnevale R, Raparelli V, Nocella C, Bartimoccia S, Novo M, Severino A, De Falco E, Cammisotto V, Pasquale C, Crescioli C, Scavalli AS, Riggio O, Basili S, Violi F. Gut-derived endotoxin stimulates factor VIII secretion from endothelial cells. Implications for hypercoagulability in cirrhosis. *J Hepatol*. 2017 Nov;67(5):950-956. <https://doi.org/10.1016/j.jhep.2017.07.002>. Epub 2017 Jul 14. PMID: 28716745
- 29 Praktinjo M, Trebicka J, Carnevale R, Pastori D, Queck A, Ettorre E, Violi F. Von Willebrand and Factor VIII Portosystemic Circulation Gradient in Cirrhosis: Implications for Portal Vein Thrombosis. *Clin Transl Gastroenterol*. 2020 Feb;11(2): e00123. <https://doi.org/10.14309/ctg.000000000000123>. PMID: 32032127; PMCID: PMC7145026.
- 30 Khan AR, Wei X, Xu X. Portal Vein Tumor Thrombosis and Hepatocellular Carcinoma - The Changing Tides. *J Hepatocell Carcinoma*. 2021 Sep 7;8:1089-1115. <https://doi.org/10.2147/JHC.S318070>. PMID: 34522691; PMCID: PMC8434852.
- 31 Llop E, Seijo S. Actuación ante la trombosis portal no cirrótica no tumoral [Treatment of non-cirrhotic, non-tumoural portal vein thrombosis]. *Gastroenterol Hepatol*. 2016 Jun-Jul;39(6):403-10. Spanish. <https://doi.org/10.1016/j.gastrohep.2015.09.007>. Epub 2015 Nov 4. PMID: 26547613.
- 32 Guerrero-Hernandez M, Hinojosa CA, Anaya-Ayala JE, Elenes E, Torre A. Endovascular Reconstruction of Extrahepatic Portal Vein in Noncirrhotic and Nonmalignant Chronic Portal Vein Thrombosis Secondary to an Iatrogenic Stenotic Lesion. *Vasc Endovascular Surg*. 2016 Nov;50(8):559-562. <https://doi.org/10.1177/1538574416674640>. Epub 2016 Oct 23. PMID: 27770082.
- 33 Yue-Meng W, Li YH, Wu HM, Yang J, Yang LH, Xu Y. Portal Vein Thrombosis in Patients With Cirrhosis Undergoing Elective Transjugular Intrahepatic Portosystemic Shunt: Risk Factors, Warfarin Efficacy, and Clinical Outcomes. *Clin Appl Thromb Hemost*. 2018 Apr;24(3):462-470. <https://doi.org/10.1177/1076029616689593>. Epub 2017 Jan 23. PMID: 28110540; PMCID: PMC6714657.
- 34 Craig EV, Heller MT. Complications of liver transplant. *Abdom Radiol (NY)*. 2021 Jan;46(1):43-67. <https://doi.org/10.1007/s00261-019-02340-5>. PMID: 31797026.
- 35 Yeo JW, Law MSN, Lim JCL, Ng CH, Tan DJH, Tay PWL, Syn N, Tham HY, Huang DQ, Siddiqui MS, Iyer S, Muthiah M. Meta-analysis and systematic review: Prevalence, graft failure, mortality, and post-operative thrombosis in liver transplant recipients with pre-operative portal vein thrombosis. *Clin Transplant*. 2022 Feb;36(2): e14520. <https://doi.org/10.1111/ctr.14520>. Epub 2021 Nov 7. PMID: 34687558.
- 36 Zanetto A, Rodriguez-Kastro KI, Germani G, Ferrarese A, Cillo U, Burra P, Senzolo M. Mortality in liver transplant recipients with portal vein thrombosis - an updated meta-analysis. *Transpl Int*. 2018 Dec;31(12):1318-1329. <https://doi.org/10.1111/tri.13353>. Epub 2018 Oct 23. PMID: 30230053.
- 37 Duffy JP, Hong JC, Farmer DG, Ghobrial RM, Yersiz H, Hiatt JR, Busuttil RW. Vascular complications of orthotopic liver transplantation: experience in more than 4,200 patients. *J Am Coll Surg*. 2009 May;208(5):896-903; discussion 903-5. <https://doi.org/10.1016/j.jamcollsurg.2008.12.032>. PMID: 19476857.
- 38 Seu P, Shackleton CR, Shaked A, Imagawa DK, Olthoff KM, Rudich SR, Kinkhabwala M, Busuttil RW. Improved results of liver transplantation in patients with portal vein thrombosis. *Arch Surg*. 1996 Aug;131(8):840-4; discussion 844-5. <https://doi.org/10.1001/archsurg.1996.01430200050009>. PMID: 8712907.

Авторская справка**Гуска Марк Сергеевич**

Студент 4 курса, Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет).
ORCID 0009-0001-7623-9988

Вклад автора: анализ данных литературы, подготовка текста работы.

Кузнецова Александра Дмитриевна

Студентка 5 курса, Рязанский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова.
ORCID 0009-0008-4063-5664

Вклад автора: анализ данных литературы, подготовка текста работы.

Author's reference**Mark S. Guska**

4th year student, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University).

ORCID 0009-0001-7623-9988

Author's contribution: analysis of literature data, preparation of the text of the work.

Aleksandra D. Kuznetsova

5th year student, Ryazan State Medical University.

ORCID 0009-0008-4063-5664

Author's contribution: analysis of literature data, preparation of the text of the work.

Казымов Бахтияр Иسمетович

Врач-хирург, научный сотрудник центра трансплантации печени, Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского; ассистент кафедры хирургических болезней, Московский медицинский университета «Реавиз».

ORCID 0000-0001-5723-4818

Вклад автора: анализ данных литературы, подготовка текста работы.

Алекберов Кямран Файгович

Врач-хирург, научный сотрудник центра трансплантации печени, Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского.

ORCID 0000-0002-2264-7038

Вклад автора: анализ данных литературы, подготовка текста работы.

Казиахмедова Заира Гамидовна

Студентка 6 курса, Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет).

ORCID 0009-0003-1269-3318

Вклад автора: подготовка текста работы, аннотации.

Яремин Борис Иванович

Канд. мед. наук, врач-хирург, научный сотрудник центра трансплантации печени, Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского; доцент кафедры трансплантологии и искусственных органов, Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова; заведующий кафедрой хирургических болезней, Московский медицинский университета «Реавиз».

ORCID 0000-0001-5889-8675

Вклад автора: руководство подготовкой обзора, подготовка текста.

Bakhtiyar I. Kazymov

Surgeon, researcher at the Liver Transplantation Center, N.V. Sklifosovsky Research Institute of Emergency Medicine; Assistant of the Department of Surgical Diseases, Moscow Medical University "Reaviz".

ORCID 0000-0001-5723-4818

Author's contribution: analysis of literature data, preparation of the text of the work.

Kyamran F. Alekberov

Surgeon, researcher at the Liver Transplantation Center, N.V. Sklifosovsky Research Institute of Emergency Medicine.

ORCID 0000-0002-2264-7038

Author's contribution: analysis of literature data, preparation of the text of the work.

Zaira G. Kaziakhmedova

6th year student, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University).

ORCID 0009-0003-1269-3318

Author's contribution: preparation of the text of the work, annotations

Boris I. Yaremin

Cand. Sci. (Med.), Surgeon, Researcher at the Liver Transplantation Center, N.V. Sklifosovsky Research Institute of Emergency Medicine; Associate Professor of the Department of Transplantology and Artificial Organs, N.I. Pirogov Russian National Research Medical University; Head of the Department of Surgical Diseases, Moscow Medical University "Reaviz".

ORCID 0000-0001-5889-8675

Author's contribution: guidance in the preparation of the review, preparation of the text.

ОПИСАНИЕ СЛУЧАЯ

<https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2024.1.CASE.2>

CASE DESCRIPTION

УДК 616.127-005.8

ОСТРЫЙ ИНФАРКТ МИОКАРДА НА ФОНЕ ОККЛЮЗИИ КОРОНАРНОЙ АРТЕРИИ С МАЛОСИМПТОМНЫМИ КЛИНИЧЕСКИМИ ПРОЯВЛЕНИЯМИ И БЕЗ ИЗМЕНЕНИЙ НА ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММЕ

А.Г. Пронин¹, А.А. Трошина², О.И. Слюсар¹, А.А. Серов²¹Московский медицинский университет «Реавиз», ул. Краснобогатырская, д. 2, стр. 2, г. Москва, 107564, Россия²Национальный медико-хирургический Центр им. Н.И. Пирогова, ул. Нижняя Первомайская, д. 70, г. Москва, 105203, Россия

Резюме. В статье представлено клиническое наблюдение успешного лечения пациента с острым первичным инфарктом миокарда на фоне окклюзии передней нисходящей артерии без общепринятых, при данных объемах поражения, клинических и электрокардиографических проявлений.

Ключевые слова: острый инфаркт миокарда; электрокардиография; несоответствие клинической и инструментальной картины; окклюзия коронарных артерий.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование проводилось без спонсорской поддержки.

Соответствие нормам этики. Авторы подтверждают, что соблюдены права людей, принимавших участие в исследовании, включая получение информированного согласия в тех случаях, когда оно необходимо.

Для цитирования: Пронин А.Г., Трошина А.А., Слюсар О.И., Серов А.А. Острый инфаркт миокарда на фоне окклюзии коронарной артерии с малосимптомными клиническими проявлениями и без изменений на электрокардиограмме. *Вестник медицинского института «РЕАВИЗ». Реабилитация, Врач и Здоровье.* 2024;14(1):98-102. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2024.1.CASE.2>

ACUTE MYOCARDIAL INFARCTION ON THE BACKGROUND OF CORONARY ARTERY OCCLUSION WITH LOW-SYMPTOMATIC CLINICAL MANIFESTATIONS AND NO CHANGES ON THE ELECTROCARDIOGRAM

Andrey G. Pronin¹, Anastasiya A. Troshina², Ol'ga I. Slyusar¹, Aleksandr A. Serov²¹Moscow Medical University "Reaviz", Krasnobogatyrskaya str., 2, building 2, Moscow, 107564, Russia²Pirogov National Medical and Surgical Center, 70, Nizhnaya Pervomayskaya str., Moscow, 105203, Russia

Abstract. The article presents a clinical observation of the successful treatment of a patient with acute primary myocardial infarction against the background of occlusion of the anterior descending artery without generally accepted, with these volumes of lesions, clinical and electrocardiographic manifestations.

Keywords: acute myocardial infarction; electrocardiography; inconsistency of clinical and instrumental picture; occlusion of coronary arteries.

Competing interests. The authors declare no competing interests.

Funding. This research received no external funding.

Compliance with ethical principles. The authors confirm that they respect the rights of the people participated in the study, including obtaining informed consent when it is necessary.

Cite as: Pronin A.G., Troshina A.A., Slyusar O.I., Serov A.A. Acute myocardial infarction on the background of coronary artery occlusion with low-symptomatic clinical manifestations and no changes on the electrocardiogram. *Bulletin of the Medical Institute "REAVIZ". Rehabilitation, Doctor and Health.* 2024;14(1):98-102. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2024.1.CASE.2>

Введение

Инфаркт миокарда – это угрожающее жизни заболевание, являющееся следствием тромбоза коронарных артерий [1, 2]. Его распространённость составляет около 500 случаев на 100 тыс. человек в год, а смертность – около 40 случаев на 100 тыс. населения в год [3–5].

В настоящее время диагностика инфаркта миокарда проводится по алгоритму, включающему сбор жалоб и анамнеза, регистрацию электрокардиограммы, определение уровня плазменной концентрации тропонина I [5–7]. Даже при малосимптомном течении, как правило, у пациентов с окклюзией коронарной артерии на электрокардиограмме наблюдается элевация сегмента ST, что свидетельствует о более тяжёлом течении заболевания и высокой вероятности наступления фатального исхода [8–10]. Таким пациентам в экстренном порядке необходимо проведение реканализации поражённых коронарных артерий [3, 5, 11].

В силу различных причин, в том числе и вследствие не вполне типичного течения заболевания и отсутствия изменений при электрокардиографии, у ряда пациентов острый инфаркт миокарда не диагностируется своевременно [12, 13].

Цель: демонстрация клинического случая несоответствия клинической и электрокардиографической картины у пациента с острым инфарктом миокарда с окклюзией коронарной артерии по данным коронароангиографии для повышения настороженности врачей.

Описание клинического случая

Пациент Г., 69 лет, 01.08.2023 г. был экстренно госпитализирован в стационар в связи с появлением за 9 часов до этого дискомфорта в левой половине грудной клетки, без иррадиации и других проявлений ангинозного приступа, длительностью до 2 минут, купировался спонтанно. За 2 часа до госпитализации, после начала двигательной активности, дискомфорт рецидивировал с несколько большей интенсивностью, длился до 25 мин. Его характер продолжал оставаться не вполне типичным. На электрокардиограмме не было зарегистрировано признаков ишемических изменений. На суждение о дебюте ишемической болезни сердца в виде острого коронарного синдрома бригаду скорой медицинской помощи натолкнуло только условие купирования болевого синдрома – на фоне нитроспрея в течение 2 минут.

Из анамнеза известно, что около 5 лет пациент страдает гипертонической болезнью, на фоне терапии ингибиторами ангиотензинпревращающего фермента достигнуты целевые значения артериального давления, 120/70 мм рт. ст. Ранее толерантность к физической нагрузке была сохранена, ангинозные боли не отмечал.

При поступлении в палату реанимации и интенсивной терапии кардиологического отделения жалоб не предъявлял, болевой синдром отрицал. Общее состояние было средней степени тяжести. Кожный покров – чистый, физиологической окраски. Отёков не было. Аускультативно дыхание везикулярное, проводилось во все отделы, хрипов не было. Частота дыхательных движений составляла 18 раз в минуту. Сатурация кислорода артериальной крови без оксигенотерапии была 98%. Тоны сердца были приглушены, ритм правильный, без патологических шумов. Пульс был 65 ударов в минуту, ритмичный. Артериальное давление фиксировалось на уровне 120/78 мм рт. ст. Живот был мягкий, безболезненный при пальпации. Печень не выступала из-под края рёберной дуги.

В течение первого часа от момента поступления в стационар пациенту были выполнены общеклинические и биохимические исследования крови, гемоктоагулограмма, определён уровень плазменной концентрации тропонина I, электрокардиография, эхокардиография, коронароангиография. Получены следующие данные.

В общем и биохимическом анализе крови все показатели были в пределах референсных значений, кроме уровня лейкоцитов, который был повышен до $10,1 \times 10^{12}/л$, и плазменной концентрации тропонина I, которая составляла 2,48 нг/мл при верхней границе нормальных показателей до 0,02 нг/мл.

Показатели гемоктоагулограммы изменены не были.

На электрокардиограмме регистрировался синусовый ритм с частотой сердечных сокращений 62 удара в минуту. Электрическая ось сердца была отклонена вправо. Выраженных данных за элевацию сегмента ST не установлено. Только при детальном рассмотрении можно было заподозрить отклонение его вверх от изолинии до 0,5 мм в отведении V2, что всё равно не является типичным проявлением повреждения миокарда. Регистрировались сглаженные зубцы T в III и aVL отведениях (рис. 1).

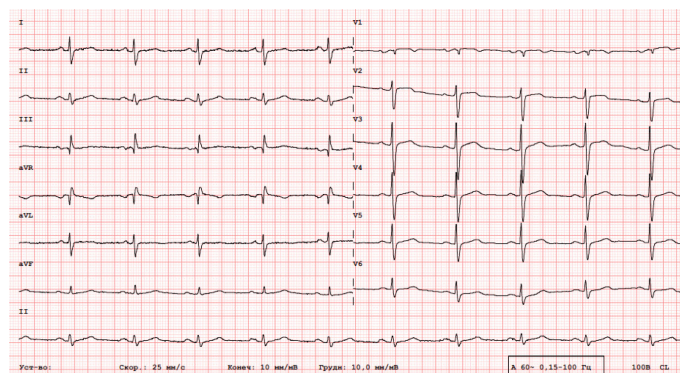


Рисунок 1. Электрокардиограмма пациента Г. при поступлении в стационар
Figure 1. Electrocardiogram of patient G. upon admission to the hospital

По результатам трансторакальной эхокардиографии установлена дилатация левого предсердия до 4,5 см в 4-камерной позиции; незначительная гипертрофия миокарда левого желудочка с толщиной межжелудочковой перегородки 1,3 см, задней стенки – 1,2 см; снижение систолической функции левого желудочка с фракцией выброса 43%; акинез апикальных сегментов миокарда левого желудочка.

Таким образом, учитывая повышение уровня плазменной концентрации тропонина I и результаты эхокардиографии, у пациента не вызывал сомнения острый инфаркт миокарда без элевации сегмента ST, что нередко может сопровождаться невыраженными клиническими проявлениями и отсутствием изменений при электрокардиографии. При таких данных возможно проведение чрескожного коронарного вмешательства не в экстренном, а в срочном порядке. Однако данному пациенту была выполнена коронароангиография в течение часа от момента поступления, ввиду сложившихся социальных условий. При этом исследовании была установлена окклюзия передней нисходящей артерии от её устья, постокклюзионные отделы слабо дистально контрастировались по коллатеральным ветвям. Учитывая полученные данные, была выпол-

нена проводниковая реканализация окклюзии со стентированием пораженной артерии (рис. 2).

Послеоперационный период протекал стабильно: боли в грудной клетке не рецидивировали, гемодинамика была удовлетворительной, явления сердечной недостаточности не прогрессировали, нарушения сердечного ритма не регистрировались.

На серии электрокардиограмм отмечалась закономерная динамика для острого инфаркта миокарда передней стенки левого желудочка, развившегося на фоне окклюзии коронарной артерии. На электрокардиограмме через час после проведения коронароангиографии со стентированием регистрировались элевация сегмента ST в отведениях V1-V3 до 1,5-2 мм и началом формирования там же отрицательных зубцов Т, сглаженные зубцы Т в I, aVL. На электрокардиограмме через 3 дня была элевация сегмента ST в V1-V3 до 1,5-2, с более выраженными отрицательными зубцами Т там же, сглаженные зубцы Т в I, aVL (рис. 3).

После проведения стационарного этапа в полном объеме пациент был выписан с улучшением состояния для продолжения лечения в амбулаторных условиях.

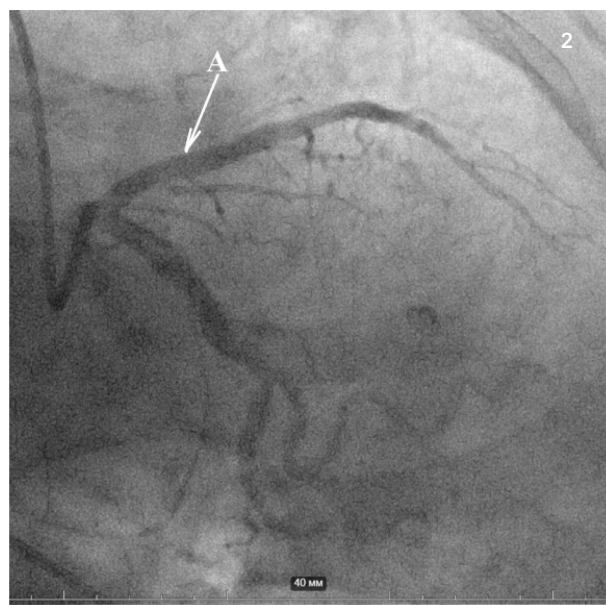
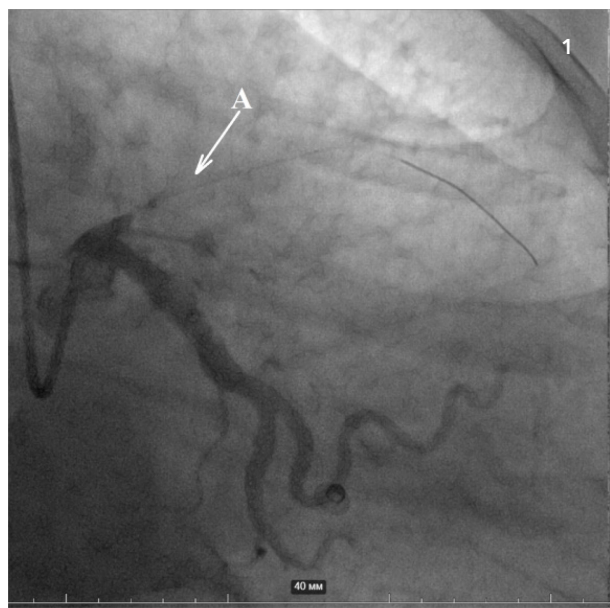


Рисунок 2. Коронароангиограммы пациента Г. с окклюзией передней нисходящей артерии до (1) и после (2) выполнения реканализации: А – пораженная артерия

Figure 2. Coronary angiograms of patient G. with occlusion of the anterior descending artery before (1) and after (2) recanalization: A – the affected arethria

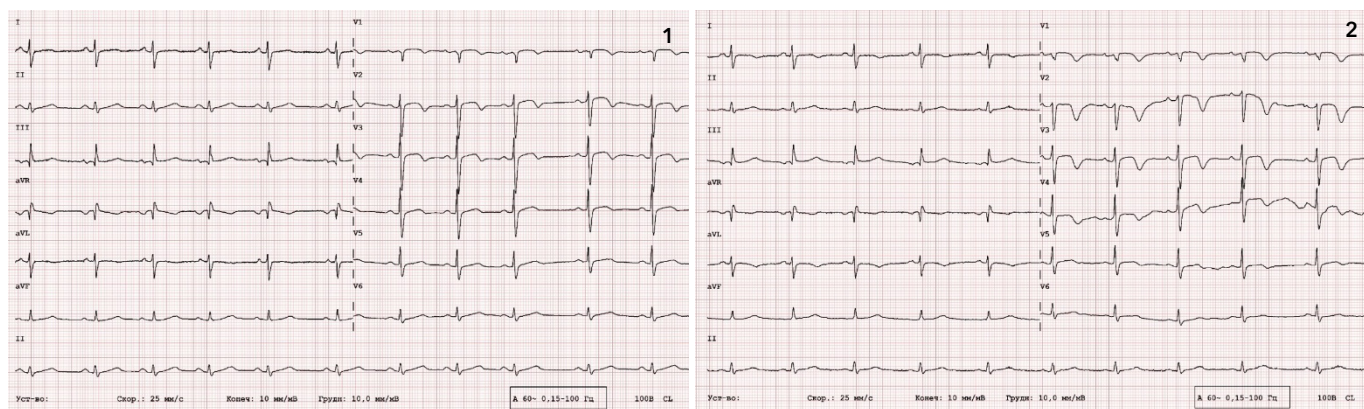


Рисунок 3. Электрокардиограммы пациента Г. через час (1) после проведения коронароангиографии и стентирования и через 3 дня (2)
Figure 3. Electrocardiograms of patient G. one hour (1) after coronary angiography and stenting and 3 days later (2)

Закключение

Данный клинический случай наглядно демонстрирует трудности, которые могут возникнуть при диагностике инфаркта миокарда. Он свидетельствует о необходимости настороженности врачей по поводу данного заболевания и необходимости корректного использования всех доступных методов диагностики, особенно у пациентов с не вполне типичной клинической картиной и отсутствием изменений на электрокардиограмме, которые в ише-

мическом каскаде обычно предшествуют развитию клинической симптоматики. Недооценка тяжести данного пациента на амбулаторном этапе, и при поступлении в стационар, основанные на не вполне типичных клинических проявлениях и отсутствии электрокардиографических критериев, могли привести к несвоевременной диагностике и лечению острого инфаркта миокарда на фоне достаточно тяжелого поражения коронарных артерий.

Литература [References]

- Абдрахманова А. И., Цибулькин Н. А., Амиров Н. Б., Маранцева А. О. Безболевого инфаркт миокарда. *Вестник современной клинической медицины*. 2021;14(3):70-75. Abdrakhmanova AI, Tsi bulkin NA, Amirov NB, Marantseva AO. Silent myocardial infarction. *The Bulletin of Contemporary Clinical Medicine*. 2021;14(3):70-75. (In Russ). [https://doi.org/10.20969/VSKM.2021.14\(3\).70-75](https://doi.org/10.20969/VSKM.2021.14(3).70-75)
- Астраханцева И.Д., Воробьев А.С., Николаев К.Ю., Урванцева И.А. Оценка клинической эффективности кардиопротекторной терапии у пациентов с острым инфарктом миокарда. *Журнал им. Н.В. Склифосовского Неотложная медицинская помощь*. 2021;10(3):493-503. Astrakhantseva I.D., Vorobyov A.S., Nikolayev K.Yu., Urvantseva I.A. Evaluation of Clinical Efficiency of Cardioprotective Therapy in Patients with Acute Myocardial Infarction. *Russian Sklifosovsky Journal "Emergency Medical Care"*. 2021;10(3):493-503. (In Russ). <https://doi.org/10.23934/2223-9022-2021-10-3-493-503>
- Аверков О.В., Дупляков Д.В., Новикова Н.А. и др. Острый инфаркт миокарда с подъемом сегмента ST электрокардиограммы. Клинические рекомендации 2020. Российское кардиологическое общество, Ассоциация сердечно-сосудистых хирургов России. *Российский кардиологический журнал*. 2020;25(11):4103. Averkov O.V., Duplyakov D.V., Novikova N.A. et al. 2020 Clinical practice guidelines for Acute ST-segment elevation myocardial infarction. *Russian Journal of Cardiology*. 2020;25(11):4103. (In Russ). <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2020-4103>
- Данные Росстата на 22.06.2019. URL: <https://www.gsk.ru> [Rosstat data as of 06/22/2019. URL: <https://www.gsk.ru>].
- Byrne R.A., Rossello X., Coughlan J.J. et al. 2023 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes: Developed by the task force on the management of acute coronary syndromes of the European Society of Cardiology (ESC). *European Heart Journal*. 2023;44(38):3720-3826. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehad191>
- Thygesen K., Alpert J.S., Jaffe A.S. et al. Fourth universal definition of myocardial infarction (2018). *Eur Heart J*. 2019;40:237-269. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehy462>
- Сыркина А.Г., Рябов В.В. Региональный сосудистый центр в условиях пандемии COVID-19: что изменилось в 2020-м году по сравнению с 2019-м у пациентов с инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST? *Терапевтический архив*. 2022;94(11):1234-1238. Syrkina AG, Ryabov VV. Regional Vascular Center in a COVID-19 pandemic: what changed in 2020 compared to 2019 in patients with ST elevation myocardial infarction? *Terapevticheskii Arkhiv (Ter. Arkh.)*. 2022;94(11):1234-1238 (In Russ). <https://doi.org/10.26442/00403660.2022.11.201929>
- Weidenmann V., Robinson N.B., Rong L.Q., et al. Diagnostic dilemma of perioperative myocardial infarction after coronary bypass grafting: a review. *International Journal of Surgery*. 2020;79:76-83. <https://doi.org/10.1016/j.ijsu.2020.05.036>
- Семагин А.А., Фокин А.А. Электрокардиографические изменения в раннем периоде после плановой реваскуляризации миокарда. *Наука молодых (Eruditio Juvenium)*. 2023;11(1):49-58. Semagin A.A., Fokin A.A. Electrocardiographic Changes in Early Period after Planned Myocardial Revascularization. *Science of the young (Eruditio Juvenium)*. 2023;11(1):49-58. (In Russ). <https://doi.org/10.23888/HMJ202311149-58>
- Левин В.И., Овчинников Ю.В., Нугаева Н.Р., Толстихина А.А. Автоматизированный электрокардиографический диагноз при инфаркте миокарда. *Клиническая медицина*. 2021;99(9-10):531-539. Levin V.I., Ovchinnikov Yu.V., Nugaeva N.R., Tolstikhina A.A. Automated electrocardiographic diagnosis of myocardial infarction. *Klinicheskayameditsina*. 2021;99(9-10):531-539. (In Russ). <https://doi.org/10.30629/0023-2149-2021-99-9-10-531-539>

- 11 Рябов В.В., Демьянов С.В., Сыркина А.Г. и др. Качество оказания помощи пациентам с инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST. *Клиническая медицина*. 2018;96(6):506-11. Ryabov V.V., Demyanov S.V., Syrkina A.G., et al. Quality of care for patients with ST-segment elevation myocardial infarction. *Klinicheskaya meditsina*. 2018;96(6):506-11 (in Russ). <https://doi.org/10.18821/0023-2149-2018-96-6-506-511>
- 12 Мангушева М.М., Маянская С.Д., Исакова Г.Г. К вопросу о трудностях ЭКГ диагностики инфаркта миокарда. *Практическая медицина*. 2019;17(2):15-20. Manusheva M.M., Mayanskaya S.D., Iskhakova G.G. The question of the difficulties of ECG diagnosis of myocardial infarction. *Practical medicine*. 2019;17(2):15-20 (In Russ). <https://doi.org/10.32000/2072-1757-2019-2-15-20>
- 13 Power B., Seppelt I. Book Chapter: Acute cardiac syndromes, investigations and interventions in book: Oh's Intensive Care Manual. 2019;20:181-203.

Авторская справка**Пронин Андрей Геннадьевич**

Д-р мед. наук, доцент, профессор кафедры внутренних болезней, Московский медицинский университет «Реавиз».

ORCID 0000-0002-8530-2467; lek32@yandex.ru

Вклад автора: анализ клинических данных, обсуждение полученных результатов.

Трошина Анастасия Александровна

Канд. мед. наук, заведующая кардиологическим отделением с палатой реанимации и интенсивной терапии, Национальный медико-хирургический Центр им. Н.И. Пирогова.

ORCID 0000-0002-5965-3116

Вклад автора: анализ клинико-диагностических данных.

Слюсар Ольга Ивановна

Канд. фарм. наук, доцент кафедры фармации, Московский медицинский университет «Реавиз».

ORCID 0000-0001-7296-1343

Вклад автора: анализ данных литературы.

Серов Александр Алексеевич

Врач-кардиолог, Национальный медико-хирургический Центр им. Н.И. Пирогова.

ORCID 0000-0003-0852-0193

Вклад автора: подготовка обсуждения и выводов.

Author's reference**Andrey G. Pronin**

Dr. Sci. (Med.), Associate Professor, Professor of the Department of Internal Medicine, Moscow Medical University "Reaviz".

ORCID 0000-0002-8530-2467; lek32@yandex.ru

Author's contribution: analysis of clinical data, discussion of the results obtained.

Anastasiya A. Troshina

Cand. Sci. (Med.), Head of the Cardiology Department with Intensive Care Unit, Pirogov National Medical and Surgical Center.

ORCID 0000-0002-5965-3116

Author's contribution: analysis of clinical and diagnostic data.

Olga I. Slyusar

Cand. Sci. (Pharm.), Associate Professor of the Department of Pharmacy, Moscow Medical University "Reaviz".

ORCID 0000-0001-7296-1343

Author's contribution: literature data analysis.

Aleksandr A. Serov

Cardiologist, Pirogov National Medical and Surgical Center.

ORCID 0000-0003-0852-0193

Author's contribution: preparation of discussion and conclusions.

ОПИСАНИЕ СЛУЧАЯ

<https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2024.1.CASE.3>

CASE DESCRIPTION

УДК 616.8-07+616.8-089

ОСОБЕННОСТИ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ И ЛЕЧЕНИЯ КОМПРЕССИОННОЙ РАДИКУЛОПАТИИ L₃, L₄ И НЕЙРОПАТИИ БЕДРЕННОГО НЕРВА

О.В. Складенко, С.Н. Ларионов, А.П. Животенко, В.Э. Потапов, А.В. Горбунов

Иркутский научный центр хирургии и травматологии, ул. Борцов Революции, д. 1, г. Иркутск, 664003, Россия

Резюме. В статье обсуждаются аспекты сложной патологии – дифференциального диагноза поражения межпозвонковых дисков поясничного отдела позвоночника и нейропатии бедренного нерва. Оценка жалоб пациента, тщательный сбор анамнеза, интерпретация данных клинично-неврологического осмотра, данных инструментальной диагностики, таких как магнитно-резонансная томография, мультиспиральная компьютерная томография, и нейрофизиологических исследований позволяют установить точный диагноз и выбрать наиболее эффективный способ лечения.

Ключевые слова: бедренный нерв, нейропатия бедренного нерва, компрессионная нейропатия, диагностика.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование проводилось без спонсорской поддержки.

Соответствие нормам этики. Авторы подтверждают, что соблюдены права людей, принимавших участие в исследовании, включая получение информированного согласия в тех случаях, когда оно необходимо.

Для цитирования: Складенко О.В., Ларионов С.Н., Животенко А.П., Потапов В.Э., Горбунов А.В. Особенности дифференциальной диагностики и лечения компрессионной радикулопатии L₃, L₄ и нейропатии бедренного нерва. *Вестник медицинского института «РЕАВИЗ». Реабилитация, Врач и Здоровье.* 2024;14(1):103-108. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2024.1.CASE.3>

FEATURES OF DIFFERENTIAL DIAGNOSIS AND TREATMENT OF COMPRESSION RADICULOPATHY L₃, L₄ AND FEMORAL NERVE NEUROPATHY

Oksana V. Sklyarenko, Sergey N. Larionov, Aleksandr P. Zhivotenko, Vitaliy E. Potapov, Anatoliy V. Gorbunov

Irkutsk Scientific Center of Surgery and Traumatology, 1, Bortsov Revolyutsii str., Irkutsk, 664003, Russia

Abstract. The article discusses aspects of complex pathology – differential diagnosis of lesions of intervertebral discs of the lumbar spine and femoral nerve neuropathy. Assessment of patient complaints, careful collection of anamnesis, interpretation of clinical and neurological examination data, instrumental diagnostic data such as MRI, MSCT, and neurophysiological studies allows you to establish an accurate diagnosis and choose the most effective treatment method.

Keywords: femoral nerve, femoral nerve neuropathy, compression neuropathy, diagnostics.

Competing interests. The authors declare no competing interests.

Funding. This research received no external funding.

Compliance with ethical principles. The authors confirm that they respect the rights of the people participated in the study, including obtaining informed consent when it is necessary.

Cite as: Sklyarenko O.V., Larionov S.N., Zhivotenko A.P., Potapov V.E., Gorbunov A.V. Features of differential diagnosis and treatment of compression radiculopathy L₃, L₄ and femoral nerve neuropathy. *Bulletin of the Medical Institute "REAVIZ". Rehabilitation, Doctor and Health.* 2024;14(1):103-108. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2024.1.CASE.3>

Введение

Болевой синдром в области поясничного отдела позвоночника и бедра может быть проявлением большого спектра неврологических, сосудистых, ревматических (соматических) заболеваний, что обуславливает трудности дифференциальной диагностики [1, 2]. Наиболее часто боли в нижней части спины – ноцицептивные, обусловлены патологией межпозвонкового диска, фасеточных суставов, мышечно-связочного аппарата [3]. Большую роль в возникновении болевого синдрома в спине играют дегенеративно-дистрофические заболевания позвоночника, такие как спондилёз, спондилоартроз фасеточных суставов, грыжи межпозвонковых дисков, особенно в сочетании со стенозом и нестабильностью позвоночно-двигательных сегментов [4, 5]. Двигательные и сенсорные нарушения в области бедра нередко являются и проявлением невропатии бедренного нерва, которая может встречаться как изолированная патология, так и в сочетании с корешковой симптоматикой, обусловленной патологией межпозвонковых дисков [6–8, 10].

Бедренный нерв имеет несколько участков, анатомия и топография которых предрасполагают к повышенному риску сдавления или травматизации. Эти участки расположены в области подвздошно-поясничной мышцы, под паховой связкой, в области канала Гюнтнера и выхода из него. Клинические проявления могут значительно варьировать и во многом зависят от уровня компрессии, однако чаще сдавление бедренного нерва происходит в области паховой связки, где нерв из забрюшинного пространства выходит на бедро в непосредственной близости к капсуле тазобедренного сустава. Чувствительные, вазомоторные и трофические нарушения в сочетании с нейропатической болью выявляются на передней и медиальной поверхностях бедра, голени и стопы до основания I пальца. Двигательные расстройства при поражении нерва связаны с парезом пояснично-подвздошной и четырёхглавой мышцы бедра [11–14]. Сложности клинической, инструментальной и дифференциальной диагностики компрессионной радикулопатии L₃, L₄ и невропатии бедренного нерва побудили нас к анализу клинической симптоматики, выявленной у пациента Л., находившегося на лечении в нейрохирургическом отделении Иркутского научного центра хирургии и травматологии.

Цель исследования: изучить особенности дифференциальной диагностики патологии межпозвонкового диска на уровне L_{III}-L_{IV} и невропатии бедренного нерва.

Описание клинического случая

Пациент Л., 1982 г.р., госпитализирован 02.10.2023 г. в Иркутский научный центр хирургии и травматологии. При поступлении предъявлял жалобы на ограничение активных движений и постоянные ноющие боли в поясничном отделе позвоночника с иррадиацией в левую ногу, распространяющиеся по передне-боковой поверхности до коленного сустава, похудание мышц левого бедра. Усиление болевого синдрома отмечал при ходьбе, физических нагрузках, наклонах тела, поворотах тела в постели.

Из анамнеза установлено, что больным себя считает в течение 15 лет, когда стали беспокоить боли в спине, левой ноге. Наблюдался и лечился консервативно у невролога по месту жительства. Периодически боль в поясничном отделе позвоночника и левой нижней конечности усиливалась, получал курсы консервативной терапии с временным улучшением. В течении последующих лет после физических нагрузок нередко беспокоили боли в спине, лечился самостоятельно – мази с нестероидными противовоспалительными препаратами, массаж поясничного отдела позвоночника. Последнее обострение – в сентябре 2023 г. После работы на даче боли в спине, левой ноге усилились, обратился к неврологу, был направлен на курс консервативной терапии в дневной стационар. На фоне проводимой терапии уменьшилась выраженность болевого синдрома, но появилась и стала нарастать гипотрофия мышц левого бедра, появилось ощущение «онемения» по передней поверхности левого бедра. В связи с неудовлетворённостью от проводимой терапии пациент обратился на консультацию к нейрохирургу. Назначена магнитно-резонансная томография (МРТ) поясничного отдела позвоночника (02.10.2023 г.). Заключение: дегенеративно-дистрофические изменения, спондилоартроз, спондилёз, костно-хрящевой узел L_{III}-L_{IV} слева со стенозированием позвоночного канала. Протрузия диска L_{III}-L_{IV}. Спондилоартроз. Левосторонний поясничный сколиоз (рис. 1).

Осмотрен нейрохирургом повторно, с учётом данных дополнительных исследований рекомендовано оперативное лечение.

Объективно при поступлении: состояние удовлетворительное, пациент передвигается без средств дополнительной опоры, хромота на левую ногу.

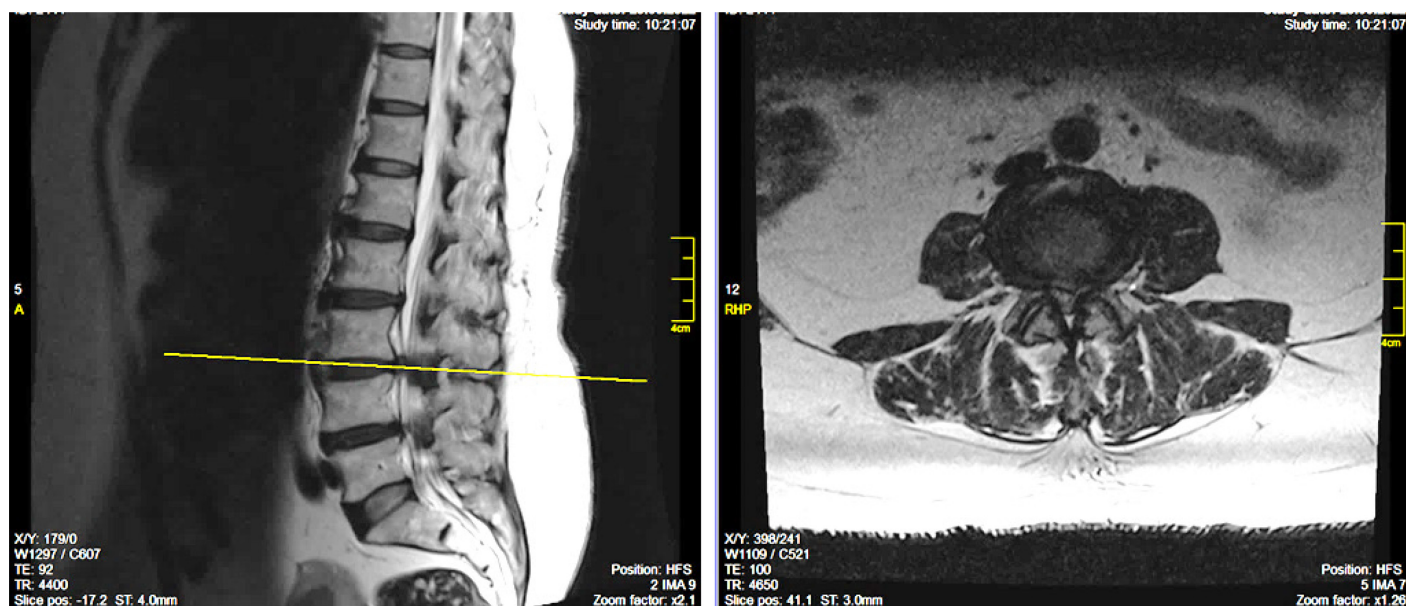


Рисунок 1. До операции МРТ T₂ взвешенное изображение в сагиттальной и аксиальной проекции с фораминальным стенозированием на уровне L_{III}-L_{IV}

Figure 1. Preoperative MRI T₂-weighted image in sagittal and axial projection with foramina stenosis at level L_{III}-L_{IV}

Локальный статус

При осмотре поясничного отдела позвоночника имеется сглаженность поясничного лордоза. Объём движений в поясничном отделе резко ограничен. При пальпации определяется болезненность остистых отростков и паравертебральных областей в проекции L_{III}-L_{IV} L_V-L_V, боль распространяется по передненаружной поверхности левого бедра. Интенсивность болевого синдрома усиливается при перемене положения тела и осевых нагрузках. Пальпаторно определяется напряжение паравертебральных мышц. Мышечная сила и тонус в конечностях удовлетворительные. Атрофия мышц левого бедра, объём бедра справа - 46 см, слева - 42 см (рис. 2).

Сухожильные и периостальные рефлексы с верхних конечностей симметричные, средней живости; с нижних конечностей - снижен коленный рефлекс слева, справа - живой; ахилловы рефлексы живые, равные. Гипестезия в дерматоме L₄ слева. Положительный симптом Ласега - 40° при подъёме левой ноги. Тест Тинеля отрицательный. Болевой синдром по ВАШ 7 баллов.

Координаторная сфера без изменений. Менингеальных и общемозговых симптомов нет.

Стимуляционной электронейромиография (ЭНМГ): выявлены ЭНМГ-признаки снижения функции возбудимости моторных волокон большеберцового нерва слева, бедренных - с обеих сторон.

Лабораторная диагностика

Общий анализ крови: эритроциты - $4,4 \times 10^{12}$ г/л; гемоглобин - 133 г/л; лейкоциты - $6,8 \times 10^9$ /л; палочкоядерные нейтрофилы - 2, сегментоядерные нейтрофилы - 50, эозинофилы - 1, базофилы - 1, моноциты - 6, лимфоциты - 40, СОЭ - 23 мм/ч.

Биохимический анализ крови: глюкоза - 3,9 ммоль/л; общий белок - 68,7 г/л; билирубин общий - 8,5 мкмоль/л, прямой билирубин - 2,4 мкмоль/л, непрямой билирубин - 5 мкмоль/л, холестерин - 4,7 ммоль/л, АЛТ - 32,1, АСТ - 19,9, мочевины - 7,2 ммоль/л, креатинин - 69 мкмоль/л, СРБ - 4,2 мг/л.



Рисунок 2. Фото бедра пациента
Figure 2. Photo of the thigh patient's

04.10.2023 г. проведено оперативное лечение – устранение стеноза невралжного канала и спинномозговых корешков на уровне L_{III}-L_{IV} слева. Резекция костно-хрящевого узла L_{III}-L_{IV} слева. Фораминотомия по ходу L₃ корешка слева. Задняя стабилизация позвоночно-двигательного сегмента L_{III}-L_{IV} с использованием 2-винтовой системы транспедикулярной фиксации (рис. 3, 4).

томия по ходу L₃ корешка слева. Задняя стабилизация позвоночно-двигательного сегмента L_{III}-L_{IV} с использованием 2-винтовой системы транспедикулярной фиксации (рис. 3, 4).

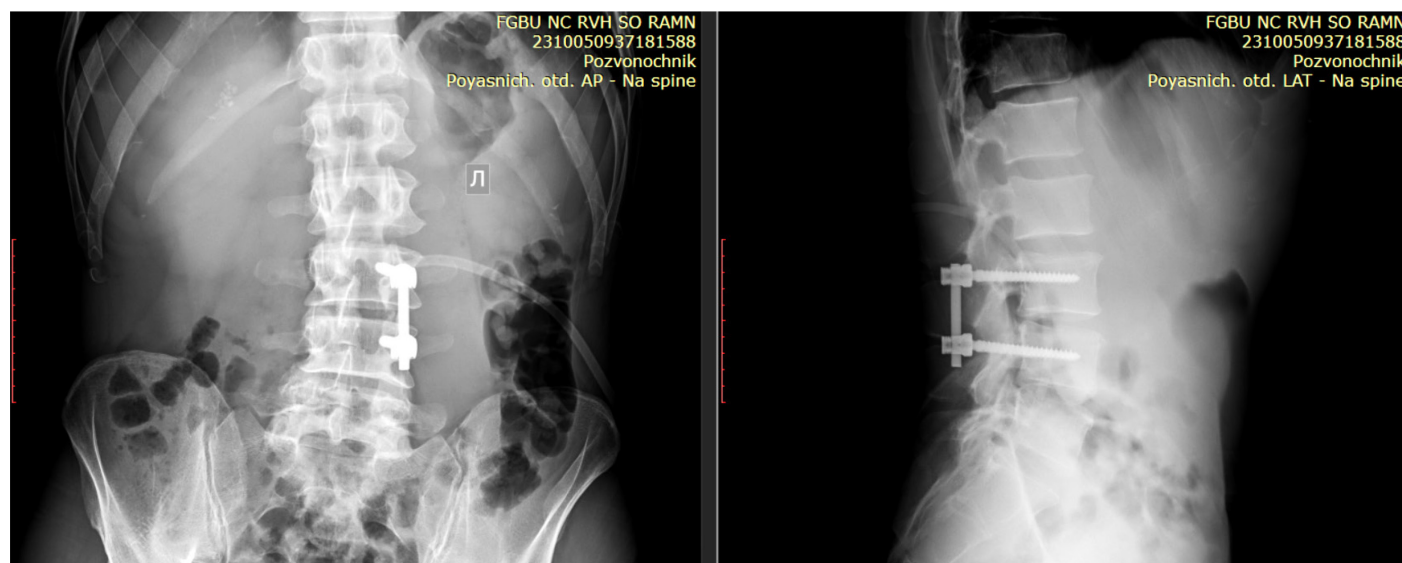


Рисунок 3. Обзорная R-графия поясничного отдела позвоночника (05.10.2023 г.): наличие металлоконструкции на уровне L_{III}-L_{IV} слева, фиксирующей позвоночно-двигательный сегмент. Остеохондроз поясничного отдела позвоночника 2 период. Спондилёз 2 стадия. Спондилоартроз

Figure 3. Overview R-graph of the lumbar spine – the presence of a metal structure at level L_{III}-L_{IV} on the left, fixing the spinal motion segment. Osteochondrosis lumbar spine 2nd period. Spondylosis stage 2. Spondyloarthrosis

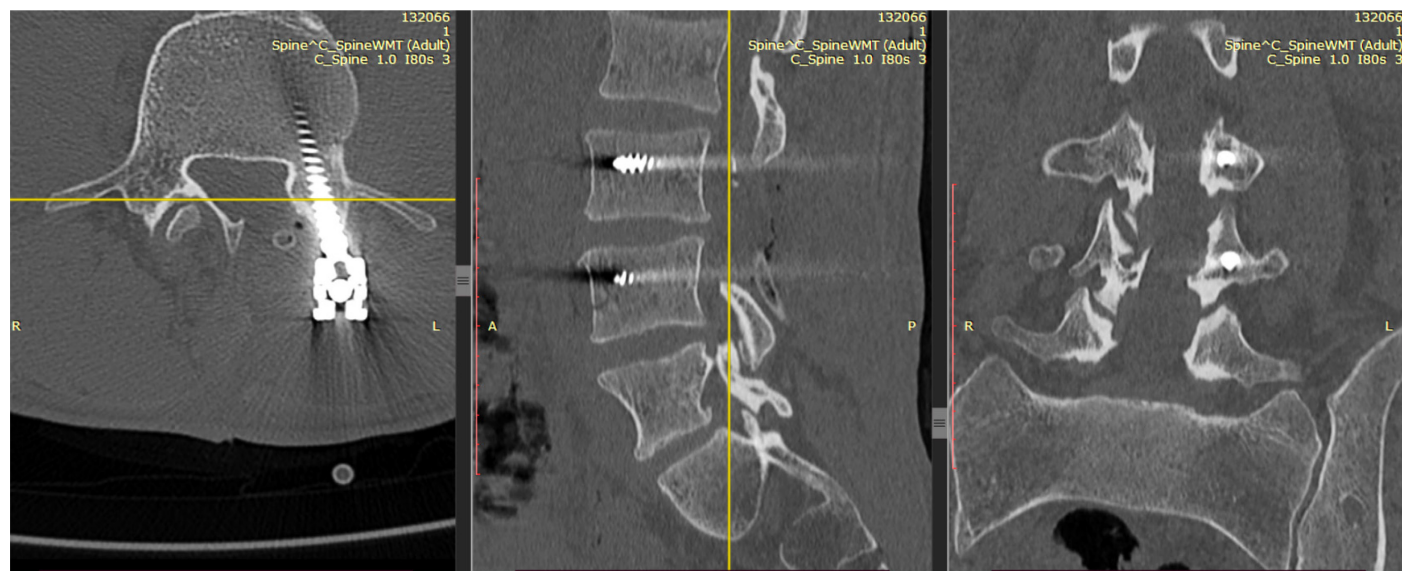


Рисунок 4. Мультиспиральная компьютерная томография поясничного отдела позвоночника (09.10.2023 г.) (контроль) – послеоперационные изменения на уровне L_{III}-L_{IV} с установленной металлоконструкцией (2-винтовая система транспедикулярной фиксации). Дегенеративно-дистрофические изменения поясничного отдела позвоночника (остеохондроз, спондилёз, спондилоартроз)

Figure 4. MSCT lumbar spine (09.10.2023 (control) – postoperative changes at level L_{III}-L_{IV} with installed metal structure (2-screw Transpedicular fixation of the spine system). Degenerative-dystrophic changes in the lumbar spine (osteochondrosis, spondylosis, spondyloarthrosis)

В послеоперационном периоде состояние пациента удовлетворительное. Отмечен частичный регресс вертеброгенного болевого синдрома в течение 3-х суток после оперативного вмешательства.

Оценка болевого синдрома по ВАШ при выписке – 2 балла. Активизация пациента произведена на третьи сутки. Поясничный отдел позвоночника фиксирован ортопедическим корсетом.

Заключение

Боль в поясничном отделе позвоночника остается одной из актуальных проблем в медицине. Наиболее часто болевой синдром в нижней части спины имеет мио-фасциальное происхождение, реже – связан с дегенеративной патологией позвоночника – спондилёзом, спондилоартрозом, грыжами межпозвонковых дисков, спондилолистезом, стенозическими изменениями позвоночного канала. В представленном клиническом случае имелось поражение корешков L₃-L₄ при патологии межпозвонковых дисков на уровне фораминальных отверстий L_{III}-L_{IV} с клиническими проявлениями, требующими исключения невропатии бедренного нерва, либо коморбидной патологии. Учитывая высокую распространённость дегенеративно-дистрофических поражений поясничного отдела позвоночника, можно предположить, что нарушение функции бедренного нерва может возникнуть у пациентов с предшествующими болями в

пояснице. Патогенез поражения нервных стволов на дистальном и проксимальном уровне обусловлен нарушением аксоплазматического тока вследствие диско-радикулярного конфликта, что опосредованно способствует возникновению невропатий. При развитии периферических тоннельных невропатий необходимо помнить о возможном сочетанном характере поражения. Использование комплекса инструментальной диагностики не всегда подтверждает очевидность диагноза вертеброгенной патологии. Однако клиническая настороженность, анализ течения заболевания, наличие симптомов натяжения позволяют определить основные причинно-следственные характеристики патологии, разработать эффективную тактику лечения, направленную на восстановление функции за счёт купирования дискорадикулярного конфликта, устранения компрессии L₃-L₄ корешков.

Литература [References]

- Шостак Н.А., Правдюк Н.Г. Боль в спине как модель болевого синдрома смешанного генеза. *ПМЖ*. 2015;17:1020. Shostak N.A., Pravdyuk N.G. Back pain as a model of pain syndrome of mixed genesis. *RMJ*. 2015;17:1020. (In Russ).
- Хабилов Ф.А. Болевые синдромы в нижних конечностях. *Практическая медицина*. 2017;1:13-21. Khabirov F.A. Pain syndromes in the lower extremities. *Practical medicine*. 2017; 1:13-21. (In Russ).
- Баринов А.Н. Комплексное лечение тоннельных невропатий тазового пояса при патологии поясничного отдела позвоночника. *Лечащий врач*. 2013;7:87-89. Barinov A.N. Complex treatment of tunnel neuropathies of the pelvic girdle in pathology of the lumbar spine. *Attending physician*. 2013;7:87-89. (In Russ).
- Berthelot JM, Laredo JD, Darrieutort-Laffite C, Maugars Y. Stretching of roots contributes to the pathophysiology of radiculopathies. *Joint Bone Spine*. 2018;85:41-45. <https://doi.org/10.1016/j.jbspin.2017.01.004>
- Tawa N, Rhoda A, Diener I. Accuracy of clinical neurological examination in diagnosing lumbo-sacral radiculopathy: a systematic literature review. *BMC Musculoskelet Disord*. 2017;18:93. <https://doi.org/10.1186/s12891-016-1383-2>
- Зимакова Т.В., Хабилов Ф.А., Хайбуллин Т.И. и др. Бедренная невропатия. *Практическая медицина*. 2012;51-56. Zimakova T.V., Khabirov F.A., Khaybullin T.I. et al. Femoral neuropathy. *Practical Medicine*. 2012;51-56. (In Russ).
- Nezari NH, Schneiders AG, Hendrick PA. Neurological examination of the peripheral nervous system to diagnose lumbar spinal disc herniation with suspected radiculopathy: a systematic review and meta-analysis. *Spine J*. 2013;13:657-74. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2013.02.007>
- Евтушенко С.Н., Евтушевская А.Н., Марусиченко В.В. Туннельные невропатии. Трудности диагностики и терапии. *Международный неврологический журнал*. 2015;1(71):25-29. Yevtushenko S.N., Yevtushevskaya A.N., Marusichenko V.V. Tunnel neuropathies. Difficulties of diagnosis and therapy. *International Neurological Journal*. 2015;1(71):25-29. (In Russ)
- Хабилов Ф.А. Болевые синдромы в нижних конечностях. *Практическая медицина*. 2017;1:13-21. Khabirov F.A. Pain syndromes in the lower extremities. *Practical medicine*. 2017;1:13-21. (In Russ).
- Kamath SU, Kamath SS. Lasègue's Sign. *J Clin Diagn Res*. 2017;11:RG01-RG02. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2017/24899.9794>
- Homayouni K, Jafari SH, Yari H. Sensitivity and Specificity of Modified Bragard Test in Patients With Lumbosacral Radiculopathy Using Electrodiagnosis as a Reference Standard. *J Chiropr Med*. 2018;17:36. <https://doi.org/10.1016/j.jcm.2017.10.004>
- Ekedahl H, Jönsson B, Annertz M, Frobell RB. The 1-Year Results of Lumbar Transforaminal Epidural Steroid Injection in Patients with Chronic Unilateral Radicular Pain: The Relation to MRI Findings and Clinical Features. *Am J Phys Med Rehabil*. 2017;96:654-62. <https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000000730>
- Zhong E, Zhao Q, Shi B, et al. The Morphology and Possible Clinical Significance of the Intraforaminal Ligaments in the Entrance Zones of the L1-L5 Levels. *Pain Physician*. 2018;21:E157-E165.

Авторская справка

Скляренко Оксана Васильевна

Канд. мед. наук, старший научный сотрудник, врач-невролог, Иркутский научный центр хирургии и травматологии.
ORCID 0000-0003-1077-7369; oxanasklyarenko@mail.ru
Вклад автора: анализ клинических данных.

Ларионов Сергей Николаевич

Д-р мед. наук, ведущий научный сотрудник, врач-нейрохирург, Иркутский научный центр хирургии и травматологии.
ORCID 0000-0001-9189-3323; snlar@mail.ru
Вклад автора: анализ диагностических данных.

Author's reference

Oksana V. Sklyarenko

Cand. Sci. (Med.), Senior Researcher, Neurologist, Irkutsk Scientific Center for Surgery and Traumatology.
ORCID 0000-0003-1077-7369; oxanasklyarenko@mail.ru
Author's contribution: clinical data analysis.

Sergey N. Larionov

Dr. Sci. (Med.), leading researcher, neurosurgeon, Irkutsk Scientific Center of Surgery and Traumatology.
ORCID 0000-0001-9189-3323; snlar@mail.ru
Author's contribution: diagnostic data analysis.

Животенко Александр Петрович

Научный сотрудник, врач-нейрохирург, Иркутский научный центр хирургии и травматологии.

ORCID 0000-0002-4032-8575; sivotenko1976@mail.ru

Вклад автора: анализ результатов лечения.

Потапов Виталий Энгельсович

Канд. мед. наук, ведущий научный сотрудник, заведующий нейрохирургическим отделением, Иркутский научный центр хирургии и травматологии.

ORCID 0000-0001-9167-637X; pva454@yandex.ru

Вклад автора: анализ данных литературы.

Горбунов Анатолий Владимирович

Младший научный сотрудник, врач-нейрохирург, Иркутский научный центр хирургии и травматологии.

ORCID 0000-0002-1352-0502; a.v.gorbunov58@mail.ru

Вклад автора: подготовка заключения и выводов.

Aleksander P. Zhivotenko

Researcher, neurosurgeon, Irkutsk Scientific Center of Surgery and Traumatology.

ORCID 0000-0002-4032-8575; sivotenko1976@mail.ru

Author's contribution: analysis of treatment results.

Vitaliy E. Potapov

Cand. Sci. (Med.), Leading researcher, Head of the Neurosurgical Department, Irkutsk Scientific Center for Surgery and Traumatology.

ORCID 0000-0001-9167-637X; pva454@yandex.ru

Author's contribution: literature data analysis.

Anatoliy V. Gorbunov

Junior researcher, neurosurgeon, Irkutsk Scientific Center of Surgery and Traumatology.

ORCID 0000-0002-1352-0502; a.v.gorbunov58@mail.ru

Author's contribution: preparation of conclusions and conclusions.

ОПИСАНИЕ СЛУЧАЯ

<https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2024.1.CASE.4>

CASE DESCRIPTION

УДК 616.718.56/.66+616.75

КЛИНИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОДНОВРЕМЕННОЙ ФИКСАЦИИ РАЗРЫВОВ МЕЖБЕРЦОВОГО СИНДЕСМОЗА ПРИ ПОМОЩИ ПУГОВЧАТОГО ФИКСАТОРА И ПОЗИЦИОННОГО ВИНТА ПРИ ВЫСОКИХ ПЕРЕЛОМАХ МАЛОБЕРЦОВОЙ КОСТИ (СЕРИЯ КЛИНИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ)

Д.А. Никифоров¹, М.А. Панин^{2,3}, В.Г. Процко^{2,3}, Р.Д. Боргут^{2,4}

¹Медицинский центр в Коломенском, ул. Высокая, д. 19, стр. 2, г. Москва, 115533, Россия

²Российский университет дружбы народов, ул. Миклухо-Маклая, д. 6, г. Москва, 117198, Россия

³Городская клиническая больница № 17, ул. Волынская, д. 7, г. Москва 115487, Россия

⁴Клиника К+31, ул. Лобачевского, д. 42, стр. 4, г. Москва, 119415, Россия

Резюме. *Введение.* Переломы средней и верхней трети малоберцовой кости с одновременным разрывом дистального межберцового синдесмоза (ДМБС) являются достаточно редким видом травмы, характеризующиеся техническими трудностями репозиции и фиксации, и, зачастую, неблагоприятным прогнозом. *Цель:* проанализировать источники литературы, посвящённые проблеме фиксации ДМБС в условиях перелома верхней трети малоберцовой кости. Представить серию из трёх клинических случаев лечения данной патологии при помощи гибридной техники – одновременного использования ригидной и гибкой систем фиксации. *Материалы и методы.* Нами были проанализированы источники литературы, относящиеся к теме фиксации разрывов дистального межберцового синдесмоза в условиях высоких переломов малоберцовой кости в базах данных PubMed, Embase, Google Scholar, The Cochrane Database of Systematic Reviews КиберЛенинка по запросам: межберцов*, позиционный винт, пуговичный фиксатор, перелом заднего края, надсиндесмозный перелом малоберцовой кости. Также нами был применён метод одновременного использования позиционного винта и пуговчатого фиксатора при разрывах ДМБС с одновременным высоким переломом малоберцовой кости у трёх пациентов и проанализированы отдалённые результаты лечения. *Результаты.* Анализ литературы показал, что ряд исследований выявил недостаточную степень стабилизации малоберцовой кости в кранио-каудальном и сагиттальном направлении при использовании пуговчатых фиксаторов. При этом пуговчатые фиксаторы обеспечивают максимальную стабильность от латерального смещения. Одновременное использование пуговчатого фиксатора и позиционного винта позволило в нашей серии наблюдений получить отличные результаты лечения у пациентов с разрывом ДМБС и высоким переломом малоберцовой кости. *Обсуждение.* До настоящего момента не существует единой точки зрения касательно оптимального метода фиксации разрывов ДМБС с одновременным высоким переломом малоберцовой кости. Данный тип повреждений сопровождается многовекторной нестабильностью малоберцовой кости в вырезке большеберцовой кости. Изолированное использование пуговчатого фиксатора или позиционного винта имеет ряд ограничений. *Заключение.* Одновременное использование позиционного винта и пуговчатого фиксатора может улучшить результаты лечения данной категории пациентов, ускорить реабилитацию и обеспечить более полное восстановление функции, снизить необходимость в повторных операциях.

Ключевые слова: межберцовый синдесмоз, разрыв дистального межберцового синдесмоза, трёхлодыжечный перелом, позиционный винт, шовная пуговица, малоберцовая вырезка большеберцовой кости.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование проводилось без спонсорской поддержки.

Соответствие нормам этики. Авторы подтверждают, что соблюдены права людей, принимавших участие в исследовании, включая получение информированного согласия в тех случаях, когда оно необходимо.

Для цитирования: Никифоров Д.А., Панин М.А., Процко В.Г., Боргут Р.Д. Клинические результаты одновременной фиксации разрывов межберцового синдесмоза при помощи пуговчатого фиксатора и позиционного винта при высоких переломах малоберцовой кости (серия клинических наблюдений). Вестник медицинского института «РЕАВИЗ». Реабилитация, Врач и Здоровье. 2024;14(1):109-115. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2024.1.CASE.4>

CLINICAL RESULTS OF FIXATION OF SYNDESMOSIS RUPTURE USING SIMULTANEOUSLY SYNDESMOTIC SCREW AND SUTURE BUTTON IN CASE OF HIGH FIBULAR FRACTURE (CASE CLINICAL SERIES)

Dmitriy A. Nikiforov¹, Mikhail A. Panin^{2,3}, Viktor G. Protsko^{2,3}, Rami D. Borgut^{2,4}

¹Medical Center in Kolomenskoye, 19, Vysokaya str., building 2, Moscow, 115533, Russia

²Peoples' Friendship University of Russia, 6, Miklukho-Maklaya str., Moscow, 117198, Russia

³City Clinical Hospital No. 17, 7, Volynskaya str., Moscow 115487, Russia

⁴Clinic K+31, 42, Lobachevsky str., building 4, Moscow, 119415, Russia

Abstract. *Introduction.* Fractures of middle and upper part of the fibula combined with syndesmosis rupture is a subtype of malleolar fracture, characterized by technical difficulties in reposition and fixation, and often bad prognosis. *Goal.* The goal of our research was to make an analysis of the literature, related to the problem of fixation of syndesmosis rupture in conjunction with fractures of middle and upper part of the fibula, and to represent case series of such patients treated with our method - combined syndesmosis screw and suture-button. *Materials and methods.* A comprehensive literature search was conducted in the electronic databases PubMed, Embase, Google Scholar, The Cochrane Database of Systematic Reviews CyberLeninka. Also we treat 3 patients with our method - combined syndesmosis screw and suture-button, and analyse short-term, middle-term and long term results of such treatment strategy. *Results.* Analysis of literature revealed that isolated use of suture button in situation of fixation of syndesmosis rupture in conjunction with fractures of middle and upper part of the fibula, do not provide stabilization of fibula in cranio-caudal and sagittal plane. In such cases combined syndesmosis screw and suture-button usage could be beneficial. In our small case series we get good to excellent results. *Discussion.* Until now there is no consensus regarding best treatment option for syndesmosis rupture in conjunction with fractures of middle and upper part of the fibula. This type of fracture is accompanied by multi-directional instability of the distal fibula. Isolated usage of syndesmosis screw and suture-button has a number of restrictions. *Conclusion.* Combined syndesmosis screw and suture-button usage could improve the results of treatment in such category of patients, hasten rehabilitation, provide better functional result, and decrease risk of complications.

Keywords: tibio-fibular syndesmosis, distal tibio-fibular syndesmosis rupture, trimalleolar fracture, syndesmotic screw, positional screw, suture button, incisura fibularis.

Competing interests. The authors declare no competing interests.

Funding. This research received no external funding.

Compliance with ethical principles. The authors confirm that they respect the rights of the people participated in the study, including obtaining informed consent when it is necessary.

Cite as: Nikiforov D.A., Panin M.A., Protsko V.G., Borgut R.D. Clinical results of fixation of syndesmosis rupture using simultaneously syndesmotic screw and suture button in case of high fibular fracture (case clinical series). *Bulletin of the Medical Institute "REAVIZ". Rehabilitation, Doctor and Health.* 2024;14(1):109-115. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2024.1.CASE.4>

Введение

За последнее время переломы лодыжек и повреждения дистального межберцового синдесмоза (ДМБС) привлекли пристальное внимание хирургов-ортопедов со всего мира. По-видимому, это связано с тем, что, несмотря на свою огромную частоту и распространённость, кажущуюся простоту хирургического подхода, результаты лечения данного типа повреждений нередко неудовлетворительные. Частота инвалидизации пациентов с переломами лодыжек и одновременным повреждением ДМБС достигает 50%. У пациентов с переломами лодыжек с повреждением ДМБС в 56% случаев отмечается болевой синдром и нарушение функции опоры и ходьбы через год после травмы [1-3].

Межберцовый синдесмоз состоит из передней нижней большеберцово-малоберцовой связки, задней нижней большеберцово-малоберцовой связки, межкостной связки и межкостной мембраны. Переломы заднего края большеберцовой кости, а также переломы типа Chaput и Wagstaffe являются по своей сути чрескостными повреждениями синдесмоза [4].

Элементы синдесмоза стабилизируют малоберцовую кость от избыточного смещения во всех направлениях: латеральная трансляция, наружная и

внутренняя ротация, кранио-каудальная трансляция. Правильная позиция малоберцовой кости в вырезке большеберцовой кости и определённая степень её мобильности необходимы для нормальной биомеханики голеностопного сустава [1, 5].

Несмотря на то, что многие исследования выявили проблемы, связанные с установкой позиционных винтов, этот метод остаётся «золотым стандартом» в лечении повреждений ДМБС [6, 7]. Он является самым распространённым, дешёвым и в краткосрочной перспективе может обеспечить надёжную стабилизацию малоберцовой кости во всех плоскостях. Из минусов – при использовании позиционных винтов озвучивается избыточная ригидность фиксации, высокий риск поломки металлофиксаторов при нагрузке, желательность удаления, риск рецидива нестабильности малоберцовой кости после удаления или при поломке винта. К спорным моментам в лечении повреждений ДМБС также относятся необходимость остеосинтеза заднего края, переломов Chaput и Wagstaffe, прямого визуального контроля репозиции, использование костной цапки для временной фиксации малоберцовой кости в вырезке большеберцовой перед установкой позиционного винта [8-10].

За последнее время широкое распространение получила методика фиксации ДМБС при помощи шовных пуговиц. Однако после накопления значительного количества данных, включающих ранние и поздние послеоперационные результаты, оказалось, что пуговичные фиксаторы не решают всех проблем, связанных с фиксацией ДМБС, и имеют значительные ограничения. Обнаружилось, что, обеспечивая отличную фиксацию малоберцовой кости от латерального смещения, пуговичные фиксаторы не способны обеспечить её стабилизацию в сагитальном, кранио-каудальном направлении, а также обеспечить ротационную стабильность. Несмотря на то, что эти виды смещения в меньшей мере оказывают влияние на биомеханику голеностопного сустава, чем смещение малоберцовой кости в латеральном направлении, они могут в значительной мере влиять на клинические результаты лечения данной группы пациентов [11–14].

Материалы и методы

В период с 2021 по 2023 год нами были проанализированы источники литературы PubMed, Embase, Google Scholar, The Cochrane Database of Systematic Reviews КиберЛенинка по запросам: межберцов*, позиционный винт, пуговичный фиксатор, перелом заднего края, надсиндесмозный перелом малоберцовой кости. Было проанализировано 125 источников литературы. Основными положениями, достоверность и значимость которых анализировалась, были: важность анатомичной репозиции, оценка анатомичной репозиции при послеоперационной мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ), риск остаточной нестабильности после удаления/поломки позиционных винтов, значимость остеосинтеза заднего края, задней лодыжки, треугольника Volkman, переломов Chaput и Wagstaffe, риск мальредукции малоберцовой кости при использовании костной цапки, риск мальредукции малоберцовой кости при закрытой фиксации синдесмоза, риск остаточной нестабильности при использовании пуговичных фиксаторов, одновременное использование позиционных винтов и пуговичных фиксаторов.

Также нами были проанализированы раннесрочные, среднесрочные и долгосрочные результаты лечения трёх пациентов с разрывами ДМБС и одновременными проксимальными переломами малоберцовой кости (тип C) при помощи одновременной установки позиционного винта и пуговичных фиксаторов.

Результаты

Согласно данным литературных источников, из всех существующих методик самым простым, доступным и надёжным методом стабилизации малоберцовой кости в кранио-каудальном направлении остаётся позиционный винт. Для стабилизации малоберцовой кости от смеще-

ния в латеральном направлении самым надёжным и финансово оправданным методом является использование пуговичных фиксаторов. Подобный фиксатор не требует удаления и после образования рубцового регенерата на месте повреждённых связок продолжает армировать синдесмоз, предотвращая рецидив нестабильности. В случае, если повреждение ДМБС сопровождается проксимальным переломом малоберцовой кости, одновременное использование обоих методов фиксации, гипотетически, может улучшить результаты лечения. По нашему мнению, позиционный винт при этом будет обеспечивать стабилизацию малоберцовой кости в кранио-каудальном направлении и предотвращать избыточную ротационную подвижность, после сращения малоберцовой кости он удаляется, а дальнейшую стабилизацию обеспечивает уже пуговичный фиксатор и сформированные на месте повреждения передней и задней нижних большеберцово-малоберцовых связок рубцы.

Авторы большинства статей, посвящённых теме необходимости удаления позиционных винтов, сходятся во мнении, что отдалённые результаты лечения после удаления, поломки или расшатывания позиционного винта никак не отличаются, при этом удаление позиционных винтов сопровождается риском инфекционных осложнений (по различным данным от 1,2 до 9,2%), а также риском рецидива нестабильности (6,6–19,2%) [15–17]. При этом риск тугоподвижности сустава максимальный в группе интактных четырёхкортикальных позиционных винтов [14]. Говоря об оптимальных сроках для удаления разными авторами указываются сроки от 6 недель до 6 месяцев.

Удаление позиционных винтов мы производили на сроке 6 недель, так как, по нашему мнению, это время достаточное для формирования и созревания рубцового регенерата и сращения малоберцовой кости, характеризуется меньшим риском развития нестабильности на уровне ДМБС после удаления винта в условиях сохраняющейся фиксации пуговчатым фиксатором.

В нашей серии наблюдений использование данного алгоритма позволило получить отличные функциональные результаты.

Помимо одновременного использования пуговчатого фиксатора и позиционного винта в лечении пациентов данной группы мы придерживались ряда принципов. В случае наличия перелома треугольника Volkman, Chaput и Wagstaffe, их остеосинтез выполнялся в первую очередь с целью восстановления нормальной анатомии малоберцовой вырезки. В случае наличия перелома медиальной лодыжки следующим этапом выполнялся его остеосинтез. Редукция синдесмоза выполнялась только открыто, под прямым визуальным контролем, после удаления всех интерпонирующих тканей из области малоберцовой вырезки. Для репозиции и последующей вре-

менной фиксации малоберцовой кости при этом может использоваться спица 2 мм, которая вводится перпендикулярно латеральной лодыжке и используется в качестве джойстика. После достижения правильной позиции малоберцовой кости в вырезке большеберцовой и рентгенологического подтверждения производится фиксация этого положения при помощи позиционного винта. И в последнюю очередь устанавливается пуговчатый фиксатор.

Протокол послеоперационного ведения в такой ситуации не отличается от стандартного протокола для трёхлодыжечных переломов: нагрузка весом конечности до 6 недель, аккуратная разработка подошвенного и тыльного сгибания с первого дня после операции.

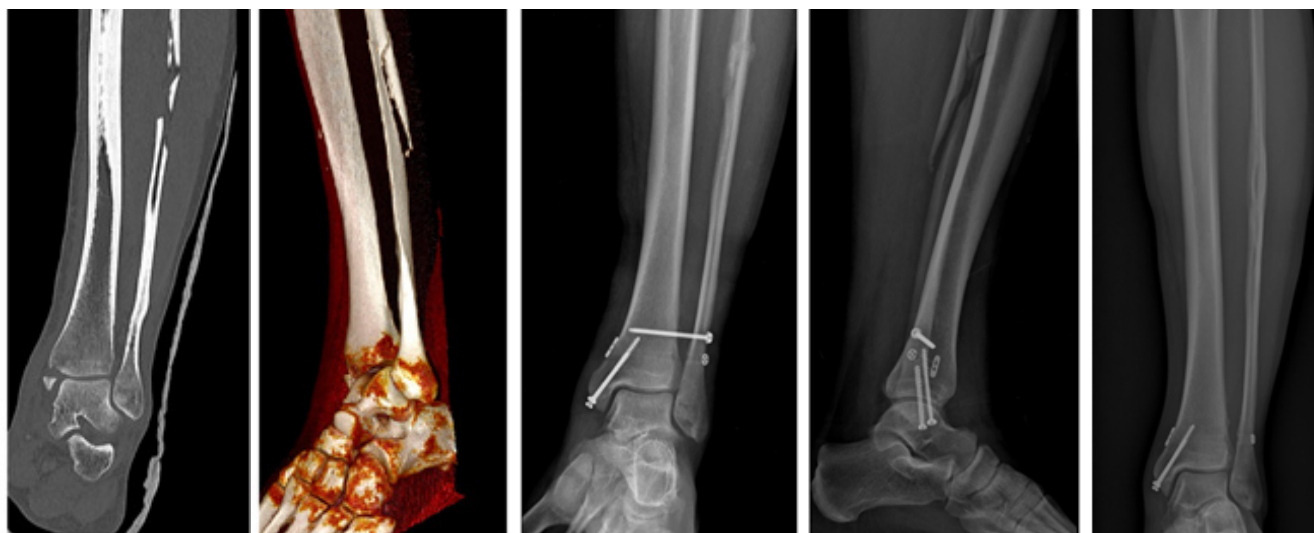


Рисунок 1. Пациент С., 35 лет. Перелом средней трети малоберцовой кости, разрыв межберцового синдесмоза, перелом медиальной лодыжки
Figure 1. Patient C., 35 years old. Fracture of the middle third of the fibula, rupture of the tibial syndesmosis, fracture of the medial ankle

Клинический пример №2

Пациент М., 43 лет. Перелом верхней трети малоберцовой кости, разрыв межберцового синдесмоза, перелом заднего края большеберцовой кости (рис. 2).

Выполнен остеосинтез перелома заднего края большеберцовой кости, затем фиксация ДМБС позиционным винтом, после чего установлена система шовных пуговиц. Через 12 недель позиционный винт удалён. Получен хороший функциональный результат.

Клинический пример №3

Пациент Э., 32 лет. Высокий перелом верхней трети малоберцовой кости, разрыв межберцового синдесмоза, перелом заднего края большеберцовой кости (рис. 3).

Выполнен остеосинтез заднего края большеберцовой кости 2-мя винтами, после чего фиксация ДМБС винтом затем установлена система шовных пуговиц. Через 6 недель позиционный винт удалён, вместо него установлен винт меньшей длины для сохранения стабильности фиксации пластины. Получен хороший функциональный результат.



Рисунок 2. Пациент М., 43 лет. Перелом верхней трети малоберцовой кости, разрыв межберцового синдесмоза, перелом заднего края большеберцовой кости
Figure 2. Patient M., 43 years old, fracture of the upper third of the fibula, rupture of the tibial syndesmosis, fracture of the posterior edge of the tibia



Рисунок 3. Пациент Э., 32 лет. Высокий перелом верхней трети малоберцовой кости, разрыв межберцового синдесмоза, перелом заднего края большеберцовой кости

Figure 3. Patient E., 32 years old. High fracture of the upper third of the fibula, rupture of the tibial syndesmosis, fracture of the posterior edge of the tibia

Обсуждение

Своей задачей мы видели подбор наиболее оптимальной системы фиксации межберцового синдесмоза, обеспечивающей максимальную стабильность, низкий риск рецидива нестабильности и максимальную амплитуду движений при повреждениях дистального межберцового синдесмоза одновременно с высоким переломом малоберцовой кости. В ходе изучения литературы по данному вопросу и хирургической работы мы пришли к ряду выводов:

- в ходе предоперационной подготовки целесообразно выполнять МСКТ, для исключения повреждений малоберцовой вырезки, переломов типа Volkmann, Chaput и Wagstaffe и оценки морфологии перелома заднего края большеберцовой кости [18, 19];
- в тех случаях, когда имеется перелом заднего края большеберцовой кости, необходимо начинать остеосинтез с него, под прямым визуальным контролем из постеролатерального или постеромедиального доступа в зависимости от морфологии перелома [4, 8, 20];
- в том случае если имеются переломы типа Chaput и Wagstaffe, их также необходимо фиксировать до фиксации ДМБС;
- фиксацию межберцового синдесмоза также стоит осуществлять под прямым визуальным контролем, это позволит избежать смещения малоберцовой кости в саггитальной плоскости, а также её неправильной ротации [18];
- пуговчатый фиксатор обеспечивает надёжную фиксацию малоберцовой кости от смещения в латеральном направлении, но не обеспечивает достаточной стабильности к смещению в проксимальном направлении, саггитально, а также не предотвращает избыточную ротацию [13, 21], одновременное ис-

пользование позиционного винта позволяет стабилизировать малоберцовую кость во всех направлениях и дать время на сращение перелома верхней трети малоберцовой кости и рубцевание передней нижней большеберцово-малоберцовой связки.

Данное наблюдение имеет ряд ограничений. Во-первых, оно представляет собой небольшую серию наблюдений. Во-вторых, используемые нами импланты требуют повышенных финансовых затрат. В-третьих, существуют более анатомичные методики стабилизации синдесмоза, таких как аугментация передней нижней межберцовой связки, но они подразумевают использование ещё более дорогих расходных материалов [22], кроме того данная методика в настоящее время носит скорее экспериментальный характер. На наш взгляд, одновременное использование позиционного винта и пуговчатого фиксатора целесообразно, так как позволяет, с одной стороны, предотвратить рецидив нестабильности, которая часто возникает после удаления позиционных винтов (от 6,6 до 19,2%) [16, 17], а с другой, избежать грубого ограничения амплитуды движений, которое возникает при использовании избыточно ригидных методов фиксации, например таких как два четырёхкортикальных винта, которые часто приводят к развитию тугоподвижности в голеностопном суставе, росту синостозов, что в последующем обеспечивает неудовлетворительную функцию [77, 14, 23, 24].

Выводы

При повреждениях дистального межберцового синдесмоза возникает многовекторная нестабильность малоберцовой кости. Пуговчатые фиксаторы обеспечивают стабилизацию, главным образом, от

латерального смещения малоберцовой кости. При этом пуговчатые фиксаторы не обеспечивают достаточной степени стабильности к передней и задней трансляции, смещению в краниальном направлении и наружной ротации малоберцовой кости. Изолированное использование классических позиционных винтов у данной группы пациентов сопровождается большим количеством случаев остаточной нестабильности после их удаления или поломки. Зачастую это может потребовать ревизионных хирургических вмешательств, характеризующихся

более высокими рисками, длительными сроками нетрудоспособности и высокой вероятностью инвалидизации. В нашей серии наблюдений мы использовали одновременно пуговчатый фиксатор и позиционный винт, который в дальнейшем удалялся. На наш взгляд данный подход может обеспечить дешёвый, если учитывать снижение рисков ревизионных вмешательств, и надёжный метод стабилизации межберцового синдесмоза, лишённый недостатков каждого из этих методов в отдельности.

Литература [References]

- 1 Bafna K.R., Jordan R., Yatsosky D., 2nd, Dick S., Liu J., Ebraheim N.A. Revision of Syndesmosis Screw Fixation. *Foot Ankle Spec.* 2020;13:138-143. <https://doi.org/10.1177/1938640019843328>
- 2 Andersen M.R., Figved W. Use of Suture Button in the Treatment of Syndesmosis Injuries. *JBJS Essent. Surg. Tech.* 2018;8:e13. <https://doi.org/10.2106/JBJS.ST.17.00050>
- 3 Verhage S.M., Hoogendoorn J.M., Krijnen P., Schipper I.B. When and how to operate the posterior malleolus fragment in trimalleolar fractures: A systematic literature review. *Arch. Orthop. Trauma Surg.* 2018;138:1213-1222. <https://doi.org/10.1007/s00402-018-2949-2>
- 4 Никифоров Д., Панин М., Процко В.Г., Боргут Р., Алиев Р. Повреждение дистального межберцового синдесмоза, пути улучшения результатов лечения (обзор литературы). *Гений ортопедии.* 2022;28(1):141-149. Nikiforov D., Panin M., Protsko V.G., Barut R., Aliyev R. Damage to distal tibial syndesmosis, ways to improve treatment results (literature review). *The genius of orthopedics.* 2022; 28(1)141-149. (In Russ). <https://doi.org/10.18019/1028-4427-2022-28-1-141-149>
- 5 Andersen M.R., Diep L.M., Frihagen F., Castberg Hellund J., Madsen J.E., Figved W. Importance of Syndesmotic Reduction on Clinical Outcome After Syndesmosis Injuries. *J. Orthop. Trauma.* 2019;33:397-403. <https://doi.org/10.1097/BOT.0000000000001485>
- 6 Evidence-Based Surgical Treatment Algorithm for Unstable Syndesmotic Injuries, Markus Regauer, Gordon Mackay, Owen Nelson, Wolfgang Böcker, and Christian Ehrnthalder. *J Clin Med.* 2022 Jan;11(2): 331. Published online 2022 Jan 10. <https://doi.org/10.3390/jcm11020331>
- 7 Clanton T.O., Whitlow S.R., Williams B.T., Liechti D.J., Backus J.D., Dornan G.J., Saroki A.J., Turnbull T.L., LaPrade R.F. Biomechanical Comparison of 3 Current Ankle Syndesmosis Repair Techniques. *Foot Ankle Int.* 2017;38:200-207. <https://doi.org/10.1177/1071100716666278>
- 8 Bartoniček J., Rammelt S., Tuček M. Posterior Malleolar Fractures: Changing Concepts and Recent Developments. *Foot Ankle Clin.* 2017;22:125-145. <https://doi.org/10.1016/j.fcl.2016.09.009>. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 9 Birnie M.F.N., van Schilt K.L.J., Sanders F.R.K., Kloen P., Schepers T. Anterior inferior tibiofibular ligament avulsion fractures in operatively treated ankle fractures: A retrospective analysis. *Arch. Orthop. Trauma Surg.* 2019;139:787-793. <https://doi.org/10.1007/s00402-019-03138-2>
- 10 Cosgrove C.T., Putnam S.M., Cherney S.M., Ricci W.M., Spraggs-Hughes A., McAndrew C.M., Gardner M.J. Medial Clamp Time Positioning Affects Ankle Syndesmosis Malreduction. *J. Orthop. Trauma.* 2017;31:440-446. <https://doi.org/10.1097/BOT.0000000000000882>
- 11 Westermann R.W., Rungprai C., Goetz J.E., Femino J., Amendola A., Phisitkul P. The effect of suture-button fixation on simulated syndesmotic malreduction: A cadaveric study. *J. Bone Jt. Surg. Am.* 2014;96:1732-1738. <https://doi.org/10.2106/JBJS.N.00198>
- 12 Schon J.M., Williams B.T., Venderley M.B., Dornan G.J., Backus J.D., Turnbull T.L., LaPrade R.F., Clanton T.O. A 3-D CT Analysis of Screw and Suture-Button Fixation of the Syndesmosis. *Foot Ankle Int.* 2017;38:208-214. <https://doi.org/10.1177/1071100716673590>
- 13 Pang E.Q., Bedigrew K., Palanca A., Behn A.W., Hunt K.J., Chou L. Ankle joint contact loads and displacement in syndesmosis injuries repaired with Tightropes compared to screw fixation in a static model. *Injury.* 2019;50:1901-1907. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2019.09.012>
- 14 Hoiness P., Stromsoe K. Tricortical versus quadricortical syndesmosis fixation in ankle fractures: a prospective, randomized study comparing two methods of syndesmosis fixation. *J Orthop Trauma.* 2004;18(6):331-337. <https://doi.org/10.1097/00005131-200407000-00001>
- 15 Andersen M.R., Frihagen F., Madsen J.E., Figved W. High complication rate after syndesmotic screw removal. *Injury.* 2015;46:2283-2287. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2015.08.021>
- 16 Complications of syndesmotic screw removal. Schepers T, Van Lieshout EM, de Vries MR, Van der Elst M. *Foot Ankle Int.* 2011;32:1040-1044.
- 17 Manjoo A, Sanders DW, Tieszer C, MacLeod MD. Functional and radiographic results of patients with syndesmotic screw fixation: implications for screw removal. *J Orthop Trauma.* 2010;24(1):2-6. <https://doi.org/10.1097/BOT.0b013e3181a9f7a5>
- 18 Anna N. Miller, MD1; Eben A. Carroll, MD2; Robert J. Parker, BS1; Sreevathsa Boraiah, MD3; David L. Helfet, MD1; Dean G. Lorch, MD1 Direct Visualization for Syndesmotic Stabilization of Ankle Fractures, FOOT & ANKLE INTERNATIONAL Copyright © 2009 by the American Orthopaedic Foot & Ankle Society.
- 19 Abarquero-Diezhandino A., Luengo-Alonso G., Alonso-Tejero D., Sánchez-Morata E.J., Olaya-Gonzalez C., Vilá Y Rico J. Study of the relation between the posterior malleolus fracture and the development of osteoarthritis. *Rev. Esp. Cir. Ortop. Traumatol.* 2020;64:41-49. <https://doi.org/10.1016/j.recote.2019.11.002>
- 20 Baumbach S.F., Herterich V., Dambelmont A., Hieber F., Böcker W., Polzer H. Open reduction and internal fixation of the posterior malleolus fragment frequently restores syndesmotic stability. *Injury.* 2019;50:564-570. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2018.12.025>
- 21 Anand A., Wei R., Patel A., Vedi V., Allardice G., Anand B.S. Tightrope fixation of syndesmotic injuries in Weber C ankle fractures: A multicentre case series. *Eur. J. Orthop. Surg. Traumatol.* 2017;27:461-467. <https://doi.org/10.1007/s00590-016-1882-8>
- 22 Yasui Y., Takao M., Miyamoto W., Innami K., Matsushita T. Anatomical reconstruction of the anterior inferior tibiofibular ligament for chronic disruption of the distal tibiofibular syndesmosis. *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* 2011;19:691-695. <https://doi.org/10.1007/s00167-010-1311-1>
- 23 Cherney S.M., Haynes J.A., Spraggs-Hughes A.G., McAndrew C.M., Ricci W.M., Gardner M.J. In Vivo Syndesmotic Overcompression After Fixation of Ankle Fractures With a Syndesmotic Injury. *J. Orthop. Trauma.* 2015;29:414-419. <https://doi.org/10.1097/BOT.0000000000000356>
- 24 Van Vlijmen N., Denk K., van Kampen A., Jaarsma R.L. Long-term Results After Ankle Syndesmosis Injuries. *Orthopedics.* 2015;38:e1001-e1006. <https://doi.org/10.3928/01477447-20151020-09>

Авторская справка

Никифоров Дмитрий Александрович

Врач травматолог-ортопед, Медицинский центр в Коломенском.
nikiforovmd@gmail.com

Вклад автора: анализ клинико-диагностических данных.

Панин Михаил Александрович

Канд. мед. наук, доцент кафедры травматологии и ортопедии, Российский университет дружбы народов; Городская клиническая больница № 17.

SPIN-код: 5834-3500; panin-mihail@yandex.ru

Вклад автора: анализ данных литературы, подготовка текста работы.

Процко Виктор Геннадьевич

Д-р мед. наук, профессор кафедры травматологии и ортопедии, Российский университет дружбы народов; Городская клиническая больница № 7.

Вклад автора: анализ данных литературы, подготовка текста работы.

Боргут Рами Джамалевич

Канд. мед. наук, Российский университет дружбы народов; Клиника К+31.

Вклад автора: анализ результатов лечения.

Author's reference

Dmitriy A. Nikiforov

Orthopedic traumatologist, Medical Center in Kolomenskoye.
nikiforovmd@gmail.com

Author's contribution: analysis of clinical and diagnostic data.

Mikhail A. Panin

Cand. Sci. (Med.), Associate Professor of the Department of Traumatology and Orthopedics, Peoples' Friendship University of Russia; City Clinical Hospital No. 17.

SPIN code: 5834-3500; panin-mihail@yandex.ru

Author's contribution: analysis of literature data, preparation of the text of the work.

Viktor G. Protsko

Dr. Sci. (Med.), Professor of the Department of Traumatology and Orthopedics, Peoples' Friendship University of Russia; City Clinical Hospital no. 7.

Author's contribution: analysis of literature data, preparation of the text of the work.

Rami J. Borgut

Cand. Sci. (Med.), Peoples' Friendship University of Russia; Clinic K+31.

Author's contribution: analysis of treatment results.

КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ РЕЦИДИВИРУЮЩЕГО БОЛЕВОГО СИНДРОМА ПРИ ГРЫЖЕ ПИЩЕВОДНОГО ОТВЕРСТИЯ ДИАФРАГМЫ, ПРОТЕКАЮЩЕГО ПОД МАСКОЙ ОСТРОГО ПАНКРЕАТИТА

А.А. Баулин¹, Л.А. Аверьянова², В.А. Баулин¹, О.А. Баулина¹, Д.А. Компанейцева²

¹Пензенский институт усовершенствования врачей, ул. Стасова, д. 8А, г. Пенза, 440060, Россия

²Клиническая больница № 6 имени Г.А. Захарьина, ул. Стасова, д. 7, г. Пенза, 440071, Россия

Резюме. Введение. В структуре заболеваний ургентной патологии ведущее место принадлежит острому панкреатиту, который является третьим по заболеваемости после острого аппендицита и острого холецистита. Лёгкие формы острого панкреатита по статистическим данным составляют 84,7%. **Цель работы:** демонстрация клинического случая абдоминального болевого синдрома, протекающего под гастроэзофагеальной маской острого панкреатита, с помощью разработанного диагностического алгоритма. **Объект и методы.** Пациент М., 56 лет, несколько раз сотрудниками скорой медицинской помощи либо самостоятельно доставлен с рецидивирующим абдоминальным синдромом в лечебно-профилактические учреждения. **Результаты и обсуждение.** На фоне консервативного лечения у пациента наблюдалась непродолжительная положительная динамика, характерная для лёгкой формы острого панкреатита. После взятия пациента на диспансерный учёт и проведения углубленного диагностического обследования по разработанному нашей группой исследователей алгоритму, была выявлена гастроэзофагеальная рефлюксная болезнь, грыжа пищеводного отверстия диафрагмы. **Заключение.** Пациенты с рецидивирующим абдоминальным болевым синдромом нуждаются в диспансерном наблюдении в амбулаторных условиях для выявления иной патологии, протекающей под маской острого панкреатита и проведения адекватного лечения.

Ключевые слова: острый панкреатит, абдоминальная боль, рецидивирующее течение, диагностический алгоритм, гастроэзофагеальная рефлюксная болезнь, грыжа пищеводного отверстия диафрагмы.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование проводилось без спонсорской поддержки.

Соответствие нормам этики. Авторы подтверждают, что соблюдены права людей, принимавших участие в исследовании, включая получение информированного согласия в тех случаях, когда оно необходимо.

Для цитирования: Баулин А.А., Аверьянова Л.А., Баулин В.А., Баулина О.А., Компанейцева Д.А. Клинический случай рецидивирующего болевого синдрома при грыже пищеводного отверстия диафрагмы, протекающего под маской острого панкреатита. *Вестник медицинского института «РЕАВИЗ». Реабилитация, Врач и Здоровье.* 2024;14(1):116-123. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2024.1.CASE.5>

A CLINICAL CASE OF RECURRENT PAIN SYNDROME DUE TO HIATAL HERNIA, OCCURRING UNDER THE GUISE OF ACUTE PANCREATITIS

Anatoliy A. Baulin¹, Lyudmila A. Aver'yanova², Vladimir A. Baulin¹, Olga A. Baulina¹, Dar'ya A. Kompaneytseva²

¹Penza Institute of Advanced Medical Training, 8A, Stasov str., Penza, 440060, Russia

²Clinical Hospital No. 6 named after G.A. Zakharin, 7, Stasov str., Penza, 440071, Russia

Abstract. Introduction. In the structure of urgent pathology diseases, the leading place belongs to acute pancreatitis, which is the third most common after acute appendicitis and acute cholecystitis. According to statistical data, mild forms of acute pancreatitis account for 84.7%. **The aim of the work** is to demonstrate a clinical case of recurrent abdominal syndrome occurring under the gastroesophageal mask of acute pancreatitis in order to identify hernia of the esophageal orifice of the diaphragm using the developed diagnostic algorithm. **Object and methods.** Patient M., 56 years old, repeatedly sought medical help with recurrent abdominal syndrome in a network of polyclinics, as well as a hospital providing emergency specialized medical care. **Results and discussion.** Against the background of conservative treatment, the patient had a short-term positive dynamics characteristic of a mild form of acute pancreatitis. After taking the patient to the dispensary and conducting an in-depth diagnostic examination according to the algorithm developed by our group of researchers, gastroesophageal reflux disease, hernia of the esophageal orifice of the diaphragm was detected. **Conclusion.** Patients with recurrent abdominal pain syndrome need dispensary observation on an outpatient basis to identify other pathology occurring under the guise of acute pancreatitis and adequate treatment.

Keywords: acute pancreatitis, abdominal pain, recurrent course, diagnostic algorithm, hernia of the esophageal orifice of the diaphragm, gastroesophageal reflux disease.

Competing interests. The authors declare no competing interests.

Funding. This research received no external funding.

Compliance with ethical principles. The authors confirm that they respect the rights of the people participated in the study, including obtaining informed consent when it is necessary.

Cite as: Baulin A.A., Aver'yanova L.A., Baulin V.A., Baulina O.A., Kompaneytseva D.A. A clinical case of recurrent pain syndrome due to hiatal hernia, occurring under the guise of acute pancreatitis. *Bulletin of the Medical Institute "REAVIZ". Rehabilitation, Doctor and Health.* 2024;14(1):116-123. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2024.1.CASE.2>

Введение

В хирургической практике врачей пациентам с абдоминальной болью необходимы безошибочные принятия решений на этапах диагностики и лечения заболеваний [1–5]. По статистическим данным, как в Российской Федерации, так и в других странах, острый панкреатит занимает лидирующие позиции среди заболеваний ургентной патологии и характеризуется высокой летальностью тяжёлых форм. В 2022 году главный хирург Минздрава России А.Ш. Ревишвили в своём докладе обозначил, что данное заболевание является социально-значимой проблемой, составляет 23% среди заболеваний ургентной патологии [6, 7].

Анализ статистических показателей регионов Российской Федерации показал, что в Санкт-Петербурге в 2013 году острый панкреатит по заболеваемости находился на первом месте [8]. В Пензенской области, вследствие анализа статистических данных заболеваемости, получены следующие результаты: острый панкреатит у большей части пациентов протекает в лёгкой форме, и больные выписываются из лечебно-профилактических учреждений без диспансерного наблюдения, болеют чаще люди трудоспособного возраста, заболевание занимает третье место среди патологий ургентной хирургии [9].

Цель работы: демонстрация клинического случая абдоминального болевого синдрома, протекающего под гастроэзофагеальной маской острого панкреатита, с помощью разработанного диагностического алгоритма.

Объект и методы

При описании клинического случая были использованы: амбулаторная карта пациента П., находившегося на амбулаторном лечении в ГБУЗ «Городская поликлиника» (за 2023 год), результаты проведённых лабораторно-инструментальных методов исследования, результаты видеоэзофагогастродуоденоскопии (ВЭГДС), рентгеноскопия желудка с контрастом, данные компьютерной томографии (КТ) органов грудной клетки без контрастного усиления от 15.05.2023. В Пензенской области информация, связанная с персонифицированным учётом оказанной медицинской помощи в режиме реального времени и обеспечивающая врачей поликлиник и стационаров актуальной информацией о пациентах, собрана в региональной информационно-аналитической медицинской системе РИАМС «ПроМед».

Клинический случай

Пациент П., 56 лет, доставлен сотрудниками скорой медицинской помощи в декабре 2022 года с жалобами на острую боль в животе, тошноту, однократную рвоту после обильного приёма пищи накануне вечером. Ночью в горизонтальном положении отмечалось усиление боли, изжога и отрыжка с неприятным привкусом во рту. При опросе пациента и сборе анамнеза заболевания выявлено, что боль в эпигастрии ранее повторялась. Пациент самостоятельно принимал спазмолитические препараты и ингибиторы протонной помпы, после чего отмечал улучшение состояния.

С помощью цифровизированной программы РИАМС «ПроМед» выявлено, что в лечебные учреждения с болью в животе в 2022 году пациент поступал трижды. При обращении за медицинской помощью в первый раз пациенту был выполнен диагностический алгоритм, включающий:

- общий анализ крови (ОАК): Le – $7,4 \times 10^{12}/л$, Эр – $3,43 \times 10^{12}/л$, Hb – 136 г/л;

- общий анализ мочи (ОАМ): удельный вес – 1012, белок – отрицательно, эпителий плоский – небольшое количество, лейкоциты – единичные в поле зрения;

- ультразвуковое исследование (УЗИ) органов брюшной полости: признаки диффузных изменений в печени, поджелудочной железе.

В связи с отказом от госпитализации пациент был направлен с диагнозом «острый панкреатит» на амбулаторное лечение. Через шесть недель после нарушения диеты у пациента произошло обострение болевого синдрома. В результате УЗИ органов брюшной полости (ОБП) выявлено: признаки диффузных изменений в поджелудочной железе, печени, признаки хронического холецисто-панкреатита.

Пациент амбулаторно лечился у терапевта, затем у гастроэнтеролога с диагнозом «обострение хронического панкреатита». Дополнительные методы обследования назначены не были. Пациент повышенного питания, индекс массы тела ИМТ = 40, работает в вычислительном центре программистом, ведёт малоподвижный образ жизни, что влечёт снижение качества жизни. С помощью опросника качества жизни по шкале SF-14 были получены результаты: физический компонент здоровья составил 32,4; психологический компонент здоровья составил 61,3. Интенсивность боли по ВАШ (визуально-аналоговая шкала) – 7 баллов.

При сборе анамнеза выявлены симптомы, характерные для грыжи пищеводного отверстия диафрагмы (ГПОД), гастроэзофагеальной рефлюксной болезни (ГЭРБ). На этапе диагностики был применён разработанный диагностический алгоритм, который помог установить верный диагноз (рис. 1).

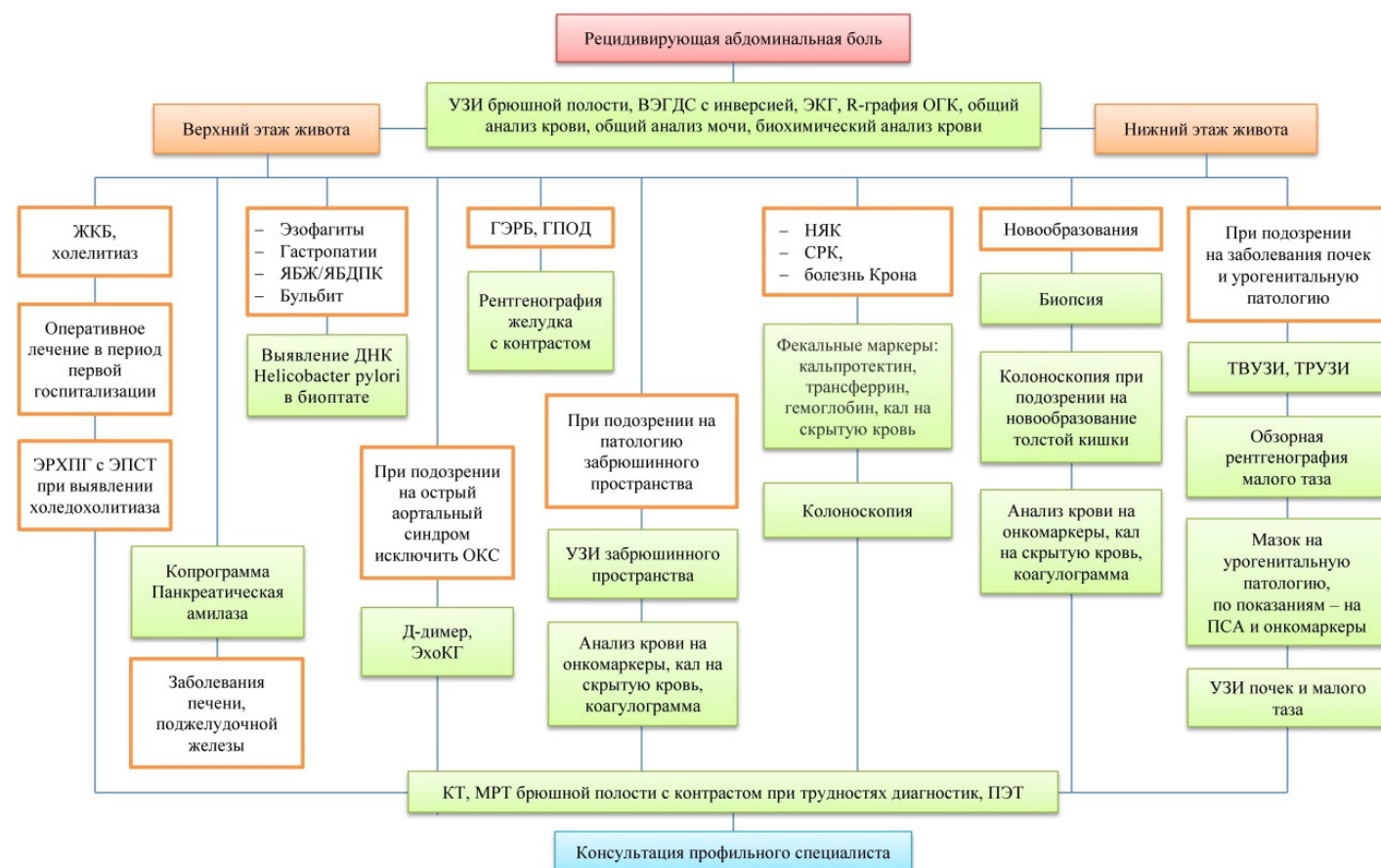


Рисунок 1. Диагностический алгоритм при рецидивирующей абдоминальной боли: ВЭГДС – видеоэзофагогастродуоденоскопия; ЭКГ – электрокардиограмма; ЭхоКГ – эхокардиография; ОГК – рентгенография органов грудной клетки; ЖКБ – желчнокаменная болезнь; ЭРХПГ – ретроградная холангиопанкреатография; ЭПСТ – эндоскопическая папиллосфинктеротомия; ЯБЖ – язвенная болезнь желудка; ЯБДПК – язвенная болезнь двенадцатиперстной кишки; ОКС – острый коронарный синдром; ГЭРБ – гастроэзофагеальная рефлюксная болезнь; ГПОД – грыжа пищеводного отверстия диафрагмы; ПЭТ – позитронно-эмиссионная томография; МРТ – магнитно-резонансная томография; КТ – компьютерная томография; УЗИ – ультразвуковое исследование; НЯК – неспецифический язвенный колит; СРК – синдром раздражённого кишечника; ТВУЗИ – трансвагинальное УЗИ; ТРУЗИ – трансректальное УЗИ; ПСА – простатспецифический антиген

Figure 1. Diagnostic algorithm for recurrent abdominal pain: VEGDS – video esophagogastroduodenoscopy; ECG – electrocardiogram; EchoCG – echocardiography; CR – chest radiography; HL – cholelithiasis; ERCP – retrograde cholangiopancreatography; EPST – endoscopic papillosphincterotomy; GU – gastric ulcer; DU – duodenal ulcer; ACS – acute coronary syndrome; GERD – gastroesophageal reflux disease; HN – hiatal hernia; PET – positron emission tomography; MRI – magnetic resonance imaging; CT – computed tomography; Ultrasound – ultrasound examination; UC – nonspecific ulcerative colitis; IBS – irritable bowel syndrome; TVUS – transvaginal ultrasound; TRUS – transrectal ultrasound; PSA – prostate-specific antigen

Пациенту было предложено ответить на вопросы с помощью стандартизированного опросника Gastroesophageal Reflux Disease Questionnaire (GerdQ). В результате опроса сумма баллов была максимальной (равная 8) и указывала на наличие ГПОД. Грыжа пищеводного отверстия диафрагмы является хроническим рецидивирующим заболеванием. Характеризуется смещением абдоминального отдела пищевода, кардии, верхнего отдела желудка, а также петель кишки через пищеводное отверстие диафрагмы. Данная патология была описана итальянским врачом и анатомом Морганьи в 1768 г.

При сборе анамнеза предрасполагающими факторами к развитию ГПОД явились:

- ожирение (ИМТ>32);
- запоры (стул 1-2 раза в неделю);

- курение (курит 35 лет по 1 пачке в день);

Болевой синдром у пациента носил рецидивирующий характер, чаще после обильного приёма пищи. Боли усиливались при перемене положения тела, при наклонах и во время сна беспокоила изжога, изредка со срыгиванием во время сна. По этой причине пациент стал спать на высоких подушках. По локализации боли чаще беспокоили в области эпигастрия, иногда за грудиной.

В стандарт диагностики данного заболевания входили: рентгенологическое исследование желудка и двенадцатиперстной кишки (ДПК) с контрастом (для контраста применяется барий), ВЭГДС с инверсией для верификации степени недостаточности кардии. При выполнении УЗИ ОБП были выявлены конкременты в желчном пузыре.

При рентгеноскопии желудка с бариевой взвесью были выявлены следующие признаки ГПОД, ГЭРБ:

- в заднем средостении над диафрагмой при наклонах было визуализировано депо бариевой взвеси, которое менялось по форме, величине и имело сообщение с отделом желудка под диафрагмой;
- в области пищеводного отверстия диафрагмы было визуализировано наличие складок слизистой желудка;
- перемещение газового пузыря желудка в заднее средостение;
- часть слизистой желудка при положении Тренделенбурга перемещалась в дистальный отдел пищевода.

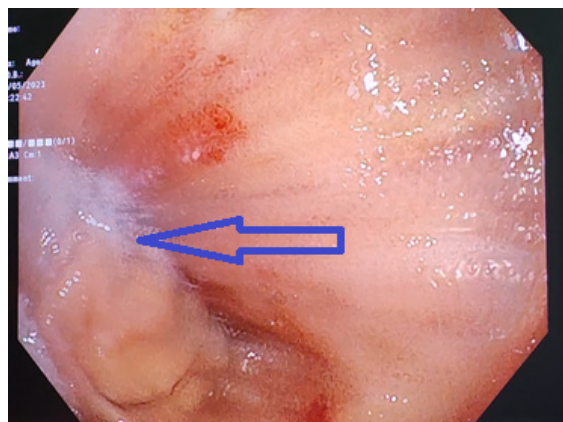
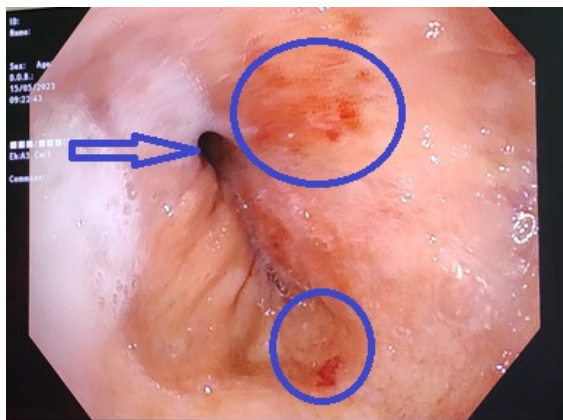


Рисунок 2. В области дистального отдела пищевода визуализирована очаговая гиперемия, неполное смыкание кардии и пролапс слизистой желудка в пищевод

Figure 2. In the area of the distal esophagus, focal hyperemia, incomplete closure of the cardia and prolapse of the gastric mucosa into the esophagus are visualized

При выполнении ВЭГДС было визуализировано:

- кардия смыкалась не полностью, при инверсионном осмотре кардия охватывала аппарат не плотно со стороны левого сегмента;
- зубчатая линия представлена в виде фиброзного кольца;
- в дистальном отделе пищевода слизистая с очагами гиперемии – были выявлены эндоскопические признаки рефлюкс-эзофагита;
- отмечался пролапс слизистой желудка в пищевод;
- визуализирован гастро-эзофагеальный рефлюкс (рис. 2).

Компьютерная томография в последние годы для диагностики ГПОД стала предметом специального исследования. Серийные компьютерные томограммы грудной полости и верхнего этажа брюшной полости выполняются во фронтальных и сагиттальных срезах. Благодаря этой методике был рассчитан пищеводно-аортальный индекс. На уровне середины абдоминального отдела пищевода индекс рассчитывали в виде отношения площади среза абдоминального отдела пищевода к площади брюшного отдела аорты. Благодаря расчётам у данного пациента индекс составил больше 1,0, когда в условиях нормальных значений он должен быть ниже 1,0. Согласно нормальной анатомии абдоминального отдела пищевода на компьютернотомографических срезах просвет отсутствует, в случае ГПОД он существует. У данного пациента просвет составил 1,2 см², более того, в просвете визуализированы складки слизистой оболочки, что для нормальной анатомии не характерно. Кроме того, на снимках отсутствуют сформированные ножки диафрагмы (рис. 3-5).

В связи с вышеизложенным было диагностировано: ГПОД. ГЭРБ. Рефлюкс-эзофагит 1ст. ЖКБ. Хронический калькулёзный холецистит.

Вследствие сочетания ГПОД и ЖКБ было выполнено одномоментное оперативное вмешательство: лапароскопическая холецистэктомия и лапароскопическая фиксация угла Гисса. Через семь суток пациент выписан на амбулаторное лечение, боль регрессировала до 1 балла по ВАШ. Пациент находился на диспансерном учёте у хирурга, эпизодов возобновления боли не было. Благодаря разработанному диагностическому алгоритму была выявлена группа пациентов, которые повторно обращались за медицинской помощью с рецидивирующим абдоминальным синдромом.



Рисунок 3. Визуализирована ГПОД (стрелка)
Figure 3. Visualized hiatal hernia (arrow)



Рисунок 4. Обзорный снимок. Визуализация грыжи при флюорографии (отмечено линией)
Figure 4. Overview photo. Visualization of a hernia with fluorography (marked with a line)

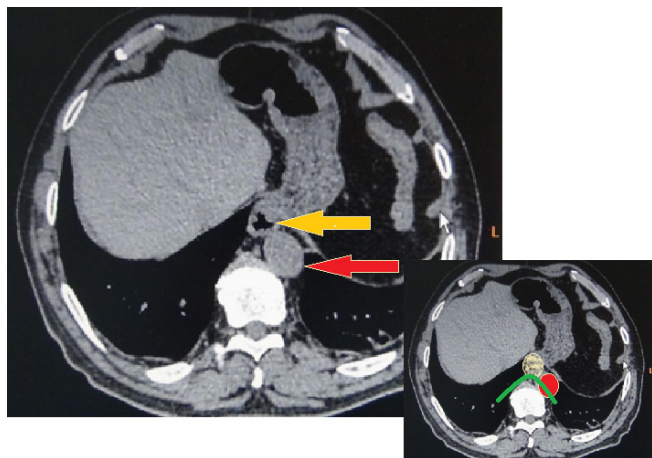


Рисунок 5. Наличие просвета в пищеводе, содержащего газ (верхняя стрелка). Диаметр аорты (нижняя стрелка) меньше диаметра пищевода. Линией указана визуализация ножек диафрагмы в норме, которая на снимках у пациента отсутствует
Figure 5. Presence of a lumen in the esophagus containing gas (top arrow). The diameter of the aorta (lower arrow) is smaller than the diameter of the esophagus. The line indicates the normal visualization of the legs of the diaphragm, which is absent in the patient's photographs

Обсуждение

В классической картине острого панкреатита, согласно Клиническим рекомендациям, наличие двух и более признаков, перечисленных в шкале экспресс-оценки, выявлено не было, что свидетельствовало о лёгком течении заболевания. Спазмолитическая терапия, использование ингибиторов протонной помпы способствовало непродолжительной положительной динамике. Однако в процессе дополнительных клинико-лабораторных исследований, ВЭГДС, рентгеноскопии желудка с барием и высокоинформативных методов диагностики (КТ

без контраста) были выявлены другие, не относящиеся к данной патологии заболевания. Дифференциальную диагностику следует проводить с заболеваниями пищевода, желудка и двенадцатиперстной кишки с помощью ВЭГДС, колоноскопии для выявления заболеваний толстой кишки, КТ либо МРТ с контрастом с целью выявления дивертикулов, новообразований брюшной полости в совокупности с дополнительными лабораторными методами исследования.

Городские больницы хирургических отделений, оказывающих экстренную помощь, перегружены

обращающимися за медицинской помощью пациентами [10-13], как проживающими в Пензе, так в области и стране. В связи с этим после снятия болевого синдрома и улучшения состояния часть пациентов выписываются не дообследованными. С другой стороны, районные больницы не укомплектованы оборудованием, которое необходимо для оказания высококвалифицированной специализированной медицинской помощи [14-18]. В связи с реорганизацией оказания специализированной медицинской помощи нагрузка на многопрофильные стационары в Пензе увеличилась на 40 %. Нельзя исключать и человеческий фактор, когда при повторных болевых синдромах пациенты обращаются за помощью и попадают к более высококвалифицированным специалистам, которые назначают необходимые исследования и выявляют заболевания [19-21]. В связи с вышеизложенным, разработанный алгоритм, применяемый на практике врачами амбулаторного звена, поможет улучшить диагностический поиск, выявить заболевание и назначить лечение согласно клиническим рекомендациям.

Заключение

Описанный случай демонстрирует возможности сравнительного анализа клинических, инструментальных и лабораторных данных у категории больных, когда обоснование диагностического поиска приводит к достоверным результатам и выздоровлению пациента. При рецидивирующем абдоминальном синдроме пациентам рекомендовано диспансерное наблюдение в поликлинике. Согласно разработанному алгоритму, с помощью этапной диагностики выявляется патология, приводящая к болям в животе, и назначается лечение согласно клиническим рекомендациям. При диагностировании ГПОД необходимо комплексное обследование, заключающееся в проведении рентгеноскопии желудка с контрастом, ВЭГДС с инверсией и КТ без контрастного усиления.

Литература[References]

- Ивашкин В.Т., Маев И.В., Кучерявый Ю.А., Лапина Т.Л., Баранская Е.К., Осипенко М.Ф. и др. Клинические рекомендации Российской гастроэнтерологической ассоциации по ведению пациентов с абдоминальной болью. *Рос. журн. гастроэнтерол. гепатол. колопроктол.* 2016;25(4):71-80. Ivashkin V.T., Maev I.V., Kucheryavyy Yu.A., Lapina T.L., Baranskaya E.K., Osipenko M.F. and others. Clinical recommendations of the Russian Gastroenterological Association for the management of patients with abdominal pain. *Ross. magazine gastroenterol. hepatol. coloproctol.* 2016;25(4):71-80. (In Russ). https://vshtspb.ru/files/rekomendatsii_abdominalnaya_bol.pdf
- Имаева А.К., Мустафин Т.И., Половинкина С.Р. Показатели заболеваемости и смертности при остром панкреатите как индикатор состояния медицинской помощи на региональном уровне. *Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины.* 2020;28(6):1298-1303. Imaeva A.K., Mustafin T.I., Polovinkina S.R. Morbidity and mortality rates for acute pancreatitis as an indicator of the state of medical care at the regional level. *Problems of social hygiene, health care and history of medicine.* 2020;28(6):1298-1303. (In Russ).
- Ермолаев В.А., Савельев В.В. Болезни поджелудочной железы как одна из ведущих проблем абдоминальной хирургии. *Аспирантские чтения-2021: сборник материалов научно-практической конференции аспирантов СВФУ.* Якутск, 2021:66-70. Ermolaev V.A., Savelyev V.V. Diseases of the pancreas as one of the leading problems in abdominal surgery. *Postgraduate readings 2021: collection of materials from the scientific and practical conference of NEFU graduate students.* Yakutsk, 2021:66-70. (In Russ). <https://elibrary.ru/squzjl>
- Мануковский В.А., Барсукова И.М., Дубикайтис П.А. Информационные материалы по неотложной хирургической помощи при острых хирургических заболеваниях органов брюшной полости в Санкт-Петербурге за 2021 год. Санкт-Петербург, 2022. Manukovsky V.A., Barsukova I.M., Dubikaitis P.A. Information materials on emergency surgical care for acute surgical diseases of the abdominal organs in St. Petersburg for 2021. St. Petersburg, 2022. (In Russ). <https://elibrary.ru/kcfyvd>
- Ревишвили А.Ш., Федоров А.В., Сажин В.П., Оловянный В.Е. Состояние экстренной хирургической помощи в Российской Федерации. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова.* 2019;3:88-97. Revishvili A.Sh., Fedorov A.V., Sazhin V.P., Olovyanny V.E. State of emergency surgical care in the Russian Federation. *Surgery. Journal named after N.I. Pirogov.* 2019;3:88-97. (In Russ). <https://www.mediasphera.ru/issues/khirurgiya-zhurnal-im-n-i-pirogova/2019/3/1002312072019031088>
- Ревишвили А.Ш., Кубышкин В.А., Затевахи И.И., Багненко С.Ф., Полушин Ю.С., Майстренко Н.А. и др. Острый панкреатит. Клинические рекомендации. Москва, 2020:38. Revishvili A.Sh., Kubyshkin V.A., Zatevakhi I.I., Bagnenko S.F., Polushin Yu.S., Maistrenko N.A. etc. Acute pancreatitis. Clinical recommendations. Moscow, 2020:38. (In Russ). <https://elibrary.ru/item.asp?id=47217619>
- Яблонский П.К., Мовчан К.Н., Соколов Е.Г., Яковенко Т.В., Тарасов А.Д., Боголюбов М.В., Мамичева О.Ю. Основные статистические параметры оказания медицинской помощи больным острыми хирургическими заболеваниями органов брюшной полости в Санкт-Петербурге. *Вестник Новгородского государственного университета им. Ярослава Мудрого.* 2013;71:64-70. Yablonsky P.K., Movchan K.N., Sokolovich E.G., Yakovenko T.V., Tarasov A.D., Bogolyubov M.V., Mamicheva O.Yu. The main statistical parameters of providing medical care to patients with acute surgical diseases of the abdominal organs in St. Petersburg. *Bulletin of Novgorod State University named after Yaroslav the Wise.* 2013;71:64-70. (In Russ). <https://cyberleninka.ru/article/n/osnovnye-statisticheskie-parametry-okazaniya-meditsinskoy-pomoschi-bolnym-ostrymi-hirurgicheskimi-zabolevaniyami-organov-bryushnoy>
- Семенов Д.Ю., Щербук А.Н., Морозов С.В., Лобаков А.И., Юнин А.С., Аверин А.А. и др. Сравнение шкал для оценки степени тяжести острого панкреатита. *Вестник хирургии имени И. И. Грекова.* 2020;179(1):31-38. Semenov D.Yu., Shcherbyuk A.N., Morozov S.V., Lobakov A.I., Yunin A.S., Averin A.A. et al. Comparison of scales for assessing the severity of acute pancreatitis. *Bulletin of surgery named after I. I. Grekov.* 2020;179(1):31-38. (In Russ). <https://doi.org/10.24884/0042-4625-2020-179-1-31-38>
- Баулин А.А., Аверьянова Л.А., Баулин В.А., Баулина О.А. Важность диагностического алгоритма на этапах маршрутизации пациентов с острым панкреатитом. *Вестник СурГУ. Медицина.* 2022;4(54):36-40. Baulin A.A., Averyanova L.A., Baulin V.A., Baulina O.A. The importance of the diagnostic algorithm at the stages of routing patients with acute pancreatitis. *Bulletin of Surgu State University. Medicine.* 2022;4(54):36-40. (In Russ). <https://www.surgumed.ru/jour/article/view/595>

- 10 Азизов Э.М., Яковенко Т.В., Мовчан К.Н., Ладин С.Э., Яковенко Д.В. Возможности повышения качества медицинской помощи больным острым панкреатитом в рамках проекта «бюджетирование, ориентированное на результат». *Профилактическая медицина-2020: сборник научных трудов всероссийской научно-практической конференции с международным участием*. Санкт-Петербург, 2020:12-16. Azizov E.M., Yakovenko T.V., Movchan K.N., Ladin S.E., Yakovenko D.V. Opportunities for improving the quality of medical care for patients with acute pancreatitis within the framework of the "result-based budgeting" project. *Preventive medicine-2020: collection of scientific papers of the All-Russian scientific and practical conference with international participation*. St. Petersburg, 2020:12-16. (In Russ). <https://elibrary.ru/item.asp?id=44778015&selid=44778172>
- 11 Петров М.С., Ядав Д. Глобальная эпидемиология и целостная профилактика панкреатита. *NatRevGastroenterolHepatol*. 2019 Mar;16(3):175-184. Petrov M.S., Yadav D. Global epidemiology and holistic prevention of pancreatitis. *NatRevGastroenterolHepatol*. 2019 Mar;16(3):175-184. (In Russ). <https://cyberleninka.ru/article/n/patogeneticheskie-aspekty-ostrogo-pankreatita-na-subkletonom>
- 12 Стяжкина С.Н., Галаяудинова А.И., Маннанова Д.Р. Современные методы диагностики острого панкреатита. *ModernScience*. 2020; 9-2: 208-215. Styazhkina S.N., Galyautdinova A.I., Mannanova D.R. Modern methods for diagnosing acute pancreatitis. *ModernScience*. 2020;9-2:208-215. (In Russ). <https://elibrary.ru/item.asp?id=44003782>
- 13 Скрыбин О.Н., Мовчан К.Н., Татаркин В.В., Клиценко О.А., Морозов Ю.М., Яковенко Т.В., Артюшин Б.С. Роль тематической экспертизы качества медицинской помощи в улучшении результатов её оказания при остром панкреатите. *Вестник Российской Военно-медицинской академии*. 2020;1(69):105-112. Skryabin O.N., Movchan K.N., Tatarkin V.V., Klitsenko O.A., Morozov Yu.M., Yakovenko T.V., Artyushin B.S. The role of thematic examination of the quality of medical care in improving the results of its provision in acute pancreatitis. *Bulletin of the Russian Military Medical Academy*. 2020;1(69):105-112. (In Russ). <https://journals.eco-vector.com/1682-7392/article/download/25977/20124>
- 14 Демин Д.Б., Фуныгин М.С., Солодов Ю.Ю., Соболев Ю.А., Гусев Н.С. О необходимости переосмысления лечебной тактики при остром панкреатите в массовом хирургическом сознании. *Университетская клиника*. 2017;4-1(25):47-50. Demin D.B., Funygin M.S., Solodov Yu.Yu., Soboлев Yu.A., Gusev N.S. On the need to rethink treatment tactics for acute pancreatitis in the mass surgical consciousness. *University clinic*. 2017;4-1(25):47-50. (In Russ). <https://elibrary.ru/zwuifn>
- 15 Савин Д.В., Демин Д.Б., Железнов Л.М. Острый тяжелый панкреатит как хирургическая проблема на современном этапе. *Медицинская наука и образование Урала*. 2022;1(109):132-135. Savin D.V., Demin D.B., Zheleznov L.M. Acute severe pancreatitis as a surgical problem at the present stage. *Medical science and education of the Urals*. 2022;1(109):132-135. (In Russ). <https://bik.sfu-kras.ru/elib/view?id=edselr-edselr.48166767&service=eds>
- 16 Глабай В.П., Гриднев О.В., Башанкаев Б.Н., Быков А.Н., Крылов А.В., Каприн И.А. и др. Хирургическая тактика в острой стадии билиарного панкреатита. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. 2019;11:37-41. Glabay V.P., Gridnev O.V., Bashankaev B.N., Bykov A.N., Krylov A.V., Kaprin I.A. and others. Surgical tactics in the acute stage of biliary pancreatitis. *Surgery. Journal named after N.I. Pirogov*. 2019;11:37-41. (In Russ). <https://www.mediasphera.ru/issues/khirurgiya-zhurnal-im-n-i-pirogova/2019/11/1002312072019111037>
- 17 Сыщиков Д.С. Тактика хирургического лечения больных с острым панкреатитом. *Известия Российской военно-медицинской академии*. 2020;39(S1-1):255-257. Syshchikov D.S. Tactics of surgical treatment of patients with acute pancreatitis. *News of the Russian Military Medical Academy*. 2020;39(S1-1):255-257. (In Russ). <https://journals.eco-vector.com/RMMArep/article/view/43448>
- 18 Гуликян Г.Н., Пахомова Р.А., Винник Ю.С., Кочетова Л.В., Федотов И.А. Панкреатит – болезнь XXI века. *Хирургическая практика*. 2019;4(40):48-52. Gulikyan G.N., Pakhomova R.A., Vinnik Y.S., Kochetova L.V., Fedotov I.A. Pancreatitis is a disease of the XXI century. *Surgical practice*. 2019;4(40):48-52. (In Russ). <https://www.spractice.ru/jour/article/view/132/131>
- 19 Шабанова Н.Е., Корочанская Н.В., Дурлештер В.М., Свечкарь И.Ю., Веселенко М.И., Тлехурай Р.М. и др. Тактика ведения пациентов с некоронарогенными проявлениями гастроэзофагеальной рефлюксной болезни. *Научный вестник здравоохранения Кубани*. 2016;2(44):35-45. Shabanova N.E., Korochanskaya N.V., Durlshster V.M., Svichkar I.Yu., Vasilenko M.I., Tlekhurai R.M., etc. Management tactics for patients with non-coronary manifestations of gastroesophageal reflux disease. *Scientific Bulletin of Kuban Healthcare*. 2016;2(44):35-45. (In Russ).
- 20 Кочуков В.П., Юдин В.А., Мостыка С.В. Клиническая картина ГПОД. Аксиальная грыжа. *Хирургическая практика*. 2012;3:26-29. Kochukov V.P., Yudin V.A., Mostyka S.V. Clinical picture of GPOD. Axial hernia. *Surgical practice*. 2012;3:26-29. (In Russ).
- 21 Тимошенко М.В., Янышев А.А., Тимошенко Е.А., Матвеев И.С. Частота встречаемости ГПОД, осложненной ГЭРБ у больных, первоначально обратившихся по поводу ЖКБ. *VOLGAMEDSCIENCE. Сборник тезисов VII Всероссийской конференции молодых ученых и студентов с международным участием: материалы конференции*. Нижний Новгород, 2021:357-358. Timoshenko M.V., Yanyshchev A.A., Timoshenko E.A., Matveev I.S. Frequency of occurrence of GPOD complicated by GERD in patients who initially applied for GCD. *VOLGA MED SCIENCE. Collection of abstracts of the VII All-Russian Conference of Young Scientists and Students with international participation: conference materials*. Nizhny Novgorod, 2021:357-358. (In Russ).

Авторская справка

Баулин Анатолий Афанасьевич

Д-р мед. наук, профессор, Заслуженный врач РФ, профессор кафедры хирургии и эндоскопии имени профессора Н.А. Баулина, Пензенский институт усовершенствования врачей.

ORCID 0000-0002-3535-9983; baoulin@mail.ru

Вклад автора: анализ данных литературы.

Аверьянова Людмила Анатольевна

Заведующий приёмным отделением, хирург-эндоскопист, Клиническая больница № 6 имени Г.А. Захарьина.

ORCID 0000-0001-9165-6555; mila.averria@mail.ru

Вклад автора: анализ клинических данных.

Author's reference

Anatoliy A. Baulin

Dr. Sci. (Med.), Professor, Honored Physician of the Russian Federation, Professor of the Department of Surgery and Endoscopy named after Professor N.A. Baulin, Penza Institute of Advanced Medical Training.

ORCID 0000-0002-35-9983; baoulin@mail.ru

Author's contribution: literature data analysis.

Lyudmila A. Aver'yanova

Head of the admission department, endoscopist surgeon, Clinical Hospital No. 6 named after G.A. Zakharin.

ORCID 0000-0001-9165-6555; mila.averria@mail.ru

Author's contribution: clinical data analysis.

Баулин Владимир Анатольевич

Канд. мед. наук, доцент кафедры хирургии и эндоскопии имени профессора Н.А. Баулина, Пензенский институт усовершенствования врачей.

ORCID 0000-0003-2435-9555; voviku1984@mail.ru

Вклад автора: анализ клинических данных.

Баулина Ольга Александровна

Канд. мед. наук, доцент кафедры хирургии и эндоскопии имени профессора Н.А. Баулина, Пензенский институт усовершенствования врачей.

ORCID 0000-0002-7150-050X; olga.kosenko@mail.ru

Вклад автора: подготовка заключения и выводов.

Компанейцева Дарья Андреевна

Студентка Медицинского института, Пензенский государственный университет; медицинская сестра Клиническая больница № 6 имени Г.А. Захарина.

ORCID 0009-0009-3983-2916; dashakompan01@mail.ru

Вклад автора: анализ клинических данных.

Vladimir A. Baulin

Cand. Sci. (Med.), Associate Professor of the Department of Surgery and Endoscopy named after Professor N.A. Baulin, Penza Institute of Advanced Medical Training.

ORCID 0000-0003-2435-9555; voviku1984@mail.ru

Author's contribution: clinical data analysis.

Olga A. Baulina

Cand. Sci. (Med.), Associate Professor of the Department of Surgery and Endoscopy named after Professor N.A. Baulin, Penza Institute of Advanced Medical Training.

ORCID 0000-0002-7150-050X; olga.kosenko@mail.ru

Author's contribution: preparation of conclusions and conclusions.

Dar'ya A. Companeytseva

A student of the Medical Institute, Penza State University; a nurse at the Clinical Hospital No. 6 named after G.A. Zakharin.

ORCID 0009-0009-3983-2916; dashakompan01@mail.ru

Author's contribution: clinical data analysis.

НОВЫЙ ХИРУРГИЧЕСКИЙ СПОСОБ ЛЕЧЕНИЯ ПИЛОНИДАЛЬНОЙ КИСТЫ КОПЧИКА (КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ)

Р.А. Пахомова¹, К.В. Клименко², Л.В. Кочетова³

¹РОСБИОТЕХ, Волоколамское ш., д. 11, г. Москва, 125080, Россия

²Клиника пластической хирургии Revitalife, Большая Очаковская ул., д. 31, г. Москва, 119361, Россия

³Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого, ул. Партизана Железняка, д. 1, г. Красноярск, 660022, Россия

Резюме. *Актуальность.* Пилонидальная киста копчика представляет собой узкий канал, выстланный эпителием, содержащий волосные луковички, сальные железы, который открывается на коже межъягодичной складки чаще одним или несколькими точечными отверстиями. Вопрос этиологии и патогенеза заболевания до сих пор спорный. Разработка методов оперативного лечения данного заболевания началась с середины XIX века, за это время предложено огромное количество вариантов вмешательств, однако до настоящего времени нет единого подхода к оперативному лечению пилонидальной болезни. *Цель исследования:* оценить результаты лечения пилонидальной кисты копчика новым хирургическим методом. *Материал и методы.* В статье описана авторская методика хирургического лечения пилонидальной кисты копчика, защищенная патентом RU 2 760 094. Представлены ранние и отдаленные результаты лечения. *Результаты.* При применении нового способа оперативного лечения пилонидальной кисты копчика уменьшаются сроки эпителизации раны, стационарный койко-день и время нетрудоспособности пациентов, уменьшается процент послеоперационных осложнений, значительно улучшается косметический результат операции и качество жизни пациентов. *Выводы.* Предложенный хирургический способ лечения пилонидальной кисты копчика улучшает качество жизни, снижает риск рецидива и улучшает эстетический результат операций.

Ключевые слова: хирургическое лечение пилонидальной кисты копчика, профилактика келоидного рубца, липотрансферный локальный клейфтинг, коррекция межъягодичной борозды.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование проводилось без спонсорской поддержки.

Соответствие нормам этики. Авторы подтверждают, что соблюдены права людей, принимавших участие в исследовании, включая получение информированного согласия в тех случаях, когда оно необходимо.

Для цитирования: Пахомова Р.А., Клименко К.В., Кочетова Л.В. Новый хирургический способ лечения пилонидальной кисты копчика (клинический случай). *Вестник медицинского института «РЕАВИЗ». Реабилитация, Врач и Здоровье.* 2024;14(1):124-128. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2024.1.CASE.6>

A NEW SURGICAL METHOD FOR THE TREATMENT OF PILONIDAL COCCYX CYST (CLINICAL CASE)

Regina A. Pakhomova¹, Konstantin V. Klimenko², Lyudmila V. Kochetova³

¹BIOTECH University, 11. Volokolamsk Highway, Moscow, 125080, Russia

²Revitalife Plastic Surgery Clinic, 31, Bolshaya Ochakovskaya str., Moscow, 119361, Russia

³Professor V.F. Voino-Yasenetsky Krasnoyarsk State Medical University, 1, Partizan Zheleznyak str., Krasnoyarsk, 660022, Russia

Abstract. *Relevance.* The pilonidal cyst of the coccyx is a narrow channel lined with epithelium containing hair follicles, sebaceous glands, which opens on the skin of the interdigital fold more often with one or more punctate openings. The question of the etiology and pathogenesis of the disease is still controversial. The development of methods of surgical treatment of this disease began in the middle of the XIX century, during which time a huge number of options for interventions were proposed, but to date there is no single approach to the surgical treatment of pilonidal disease. *The aim* of the study was to evaluate the results of treatment of pilonidal coccyx cyst with a new surgical method. *Material and methods.* The article describes the author's method of surgical treatment of a pilonidal cyst, protected by patent RU 2,760,094. Early and long-term treatment results are presented. *Results.* When using a new method of surgical treatment of pilonidal coccyx cyst, the time of wound epithelialization, inpatient bed-day and time of disability of patients decrease, the percentage of postoperative complications decreases, the cosmetic result of surgery and the quality of life of patients significantly improve. *Conclusions.* A new surgical method for the treatment of pilonidal coccyx cyst improves the quality of life and reduces the risk of recurrence.

Keywords: surgical treatment of pilonidal coccyx cyst, coccyx cyst, surgical treatment, surgery of coccyx cyst

Competing interests. The authors declare no competing interests.

Funding. This research received no external funding.

Compliance with ethical principles. The authors confirm that they respect the rights of the people participated in the study, including obtaining informed consent when it is necessary.

Cite as: Pakhomova R.A., Klimenko K.V., Kochetova L.V. A new surgical method for the treatment of pilonidal coccyx cyst (clinical case). *Bulletin of the Medical Institute "REAVIZ". Rehabilitation, Doctor and Health.* 2024;14(1):124-128. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2024.1.CASE.6>

Введение

Пилонидальная киста копчика (ПКК) представляет собой узкий канал, выстланный эпителием, содержащий волосные луковицы, сальные железы, который открывается на коже межъягодичной складки чаще одним или несколькими точечными отверстиями [1].

Доля больных ПКК в РФ составляет от 1-2% среди хирургических пациентов, заболеваемость – 26 случаев на 100 тыс. населения, в США доля пилонидальной болезни составляет 0,7% от всех хирургических пациентов, а в Турции пилонидальная болезнь наблюдается у 6,6% населения в возрасте от 17 до 28 лет [1-3].

Вопрос этиологии и патогенеза заболевания до сих пор спорный. В России сохраняется мнение о врожденной природе заболевания. В западной литературе развитие заболевания объясняется фолликулярно-ретенционной теорией J. Bascom и трихогенно-помповым механизмом, описанным D. Patey, R. Scarff. Основным методом лечения ПКК является хирургический. При локальных формах заболевания применяют малоинвазивные вмешательства [4-9]. При свищевых формах с выраженным латеральным распространением необходимо выполнять более объёмные операции [10, 11].

Разработка методов оперативного лечения ПКК началась с середины XIX века, когда в 1847 г. А. Anderson выполнил вскрытие ПКК на зонде. За более чем 170 лет предложено огромное количество вмешательств, однако до настоящего времени нет единого подхода к оперативному лечению пилонидальной болезни [11-16].

Цель исследования: оценить результаты лечения пилонидальной кисты копчика новым хирургическим методом.

Материал и методы

Для исключения развития рецидива ПКК при выполнении операции для устранения глубины межъягодичной борозды, её уплощения используется методика двухплоскостного смещения фасциально-жирового лоскута с обязательной латерализацией межъягодичной борозды вправо или влево от её срединной линии. Для профилактики образования келоидного рубца в межъягодичной борозде после выполненной операции ПКК формируются мультизубчатые кожные лоскуты с изменением перераспределения силовых линий и используется липотрансферный локальный клефт лифтинг межъягодичной борозды через 3-6 месяцев после основной операции. Искусственная локальная жировая прослойка между крестцом, копчиком и ко-

жей позволяет выполнить коррекцию межъягодичной борозды.

Новый хирургический способ используется не только для профилактики, но и для лечения грубых послеоперационных келоидных рубцов межъягодичной борозды, после ранее выполненных хирургических оперативных вмешательствах в крестцово-копчиковой области. Использование мультизубчатого встречного кожного лоскута, латерализация или смещение послеоперационного рубца от срединной линии, а также заполнение глубины межъягодичной борозды собственной жировой тканью (липотрансферная аугментация мужьягодичной борозды) или (липотрансферный клефт лифт межъягодичной борозды) (патент RU 2 760 094).

Клинический случай

Пациент К., 25 лет, обратился впервые в отделение хирургии с жалобами на наличие распирающих болей в области копчика с наличием гнойного отделяемого из единичного свища, расположенного строго по срединной линии в межъягодичной борозде, болен в течение 3-х месяцев. Пациент по профессии лётчик дальней авиации. При осмотре межъягодичной борозды определяется наличие свищевого хода в виде маленького отверстия на кожном покрове в межъягодичной борозде, углубление борозды, пигментация кожного покрова на всём протяжении борозды, повышенная потливость и постоянная влажность в области межъягодичной борозды.

После предоперационного обследования, проведённого по стандарту, утверждённому МЗ РФ, выполнено оперативное лечение. При помощи специальной линейки по трафарету изломанной линии с углами зубчиков, которые составляет 135°, перед операцией выполняется разметка будущего выкраиваемого мультизубчатого встречного кожного лоскута. Делается это для того, чтобы выполнить ослабление перераспределения силовых линий натяжения послеоперационного рубца по законам пластической хирургии для избежания грубого рубцевания. Будущий послеоперационный рубец выполняется в виде изломанной линии. Подготовка к операции пациента не вызывает затруднений. Удаляется волосной покров, обрабатывается кожный покров антисептиком, выполняется разметка маркером кожного покрова таким образом, чтобы послеоперационный рубец имел изломанную форму и большей своей частью – 2/3 – находился в латерализованном расположении – смещён в правую или левую сторону от срединной оси (рис. 1).

Операция выполняется под перидуральной или местной анестезией. Лезвием №11 иссекается кожный покров по разметке с формированием мульт-

тизубчатых встречных кожных лоскутов (рис. 2). Удаление воспалительного очага выполняется единым блоком до фасции крестца с подрыванием одного краевого лоскута (андемайнинг) для смещения истинной имеющейся у пациента межъягодичной борозды в сторону от срединной линии. После чего выполняется послойное ушивание раны начиная со дна раны узловыми швами, глубину раны для удобства разделяли на 3 этажа: 1-й этаж – монокрил 2-0, 2-й этаж – монокрил 3-0, 3-й этаж – монокрил 4-0, кожа сшивается проленом 5-0 внутрикожным швом (рис. 3). Продолжительность операции составляет 1 час.

В результате оперативного лечения с использованием новой методики достигнуто две цели:

1) уплощение межъягодичной борозды, профилактика формирования грубого послеоперационного келоидного рубца межъягодичной борозды. Профилактика келоидного рубца достигается за счёт использования методики мультитизубчатых встречных кожных лоскутов;

2) латерализация послеоперационного рубца. Если после операции при осмотре пациента выявляется недостаточное уплощение межъягодичной борозды, то показано выполнение ауто адипоцитарного липотрансферного Клефт Лифтинга межъягодичной борозды.

Через 6 месяцев с пациентом согласовали, из какой анатомической области выгоднее выполнить забор жировой ткани: это живот, ягодичная область или бедренная область. Из выбранного донорского участка специальной канюлей диаметром 3-5 мм, длиной 15-20 см выполняется аспирация жировой ткани, строго без туминисцентного раствора без (NaOH), в количестве до 30-40 мл, после чего жировая ткань центрифугируется, очищается от форменных элементов крови.

Специальной канюлей Тоledo под местной анестезией вдоль крестца выполняется диссекция мягких тканей (скользя по крестцу) в ширину от 1,5 до 2,5 см на всём протяжении межъягодичной борозды строго по срединной линии крестца, формируется тоннель (со слепым однопросветным ходом в сторону анального канала) на всю длину межъягодичной борозды от верхней точки крестца до нижней точки крестца, канал – не сквозной, выполняется отделение рубцовой ткани или соединительной ткани от фасции крестца, формируется тоннель длиной, соответствующей межъягодичной борозде, что составляет 10-11 см.



Рисунок 1. Преоперационная разметка
Figure 1. Preoperative marking



Рисунок 2. Этап иссечения кожного лоскута
Figure 2. Stage of skin flap excision



Рисунок 3. Вид послеоперационной раны и удалённый воспалительный очаг
Figure 3. View after the surgical wound and the removed inflammatory focus

После формирования тоннеля выполняется контроль гемостаза, затем введение отцентрифугированной жировой эмульсии через специальную канюлю с боковым окошком. Окошко поворачивают в сторону мягких тканей, а не в сторону крестца, для того, чтобы жировая эмульсия распространялась и распределялась без затруднений. Также можно вводить жировую эмульсию вдоль межъягодичной борозды под кожу или в толщу соединительнотканной клетчатки. Жировую эмульсию вводят очень медленно через шприц ЛУЕР ЛОК в количестве от 25 до 35 мл, в зависимости от глубины межъягодичной борозды, до появления её сглаженности или до полного её исчезновения под контролем УЗИ датчика. Также можно пальпаторно контролировать поступление и объём вводимой жировой эмульсии в межъягодичную борозду.

После введения жировой эмульсии и её равномерной инфильтрации в межъягодичной борозде раневое единичное отверстие, нанесённое от скальпеля №11, зашивается монокрилом 4-0 на 2 недели для того, чтобы введённый жир не мог самопроизвольно эвакуироваться из занимаемой полости. Приживляемость пересаженной жировой эмульсии происходит в течение 2-3 недель (рис. 4, 5). После операции по липотрансферному клефт лифтингу необходимо проведение антибактериальной терапии антибиотиками цефалоспаринового ряда (Роцефин 1,0 внутримышечно, разведённый на 1% раствора 3,5 мл лидокаина, или внутривенно один раз в день в течение 5 дней).

Выводы

Проведена тангенциальная препаровка и смещение кожножирового лоскута, латерализация послеоперационной раны в правую или левую сторону по отношению к срединной линии и использование кожной пластики по типу встречного мультизубчатого кожного лоскута, комбинированная с отсроченным по показаниям липофилингом межъягодичной борозды. Тем самым достигнута профилактика образования келоидных рубцов в послеоперационном периоде. Закрывание раны после иссечения ПКК единым блоком имеет значительные преимущества по сравнению с другими видами хирургического лечения за счёт замещения образовавшегося дефекта собственными тканями без натяжения, значительно меньшей интенсивностью и длительностью послеоперационного болевого синдрома, быстрого заживления раны первичным натяжением, отсутствием грубого келоидного рубца, а также удовлетворительного косметического эффекта и меньшей частотой рецидивов.

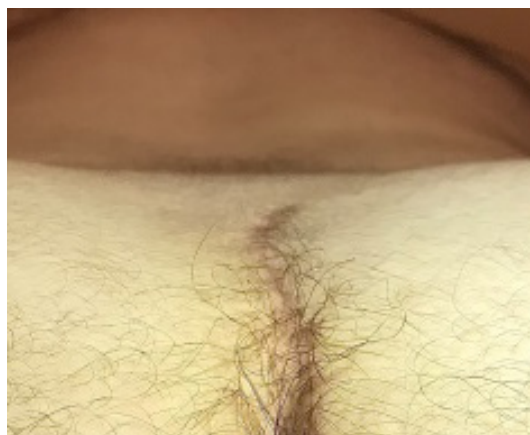


Рисунок 4. Пациент К., 25 лет, после операции прошло 12 суток (фото выполнено в горизонтальном положении)

Figure 4. Patient K., 25 years old, 12 days have passed since the operation (photo taken in a horizontal position)

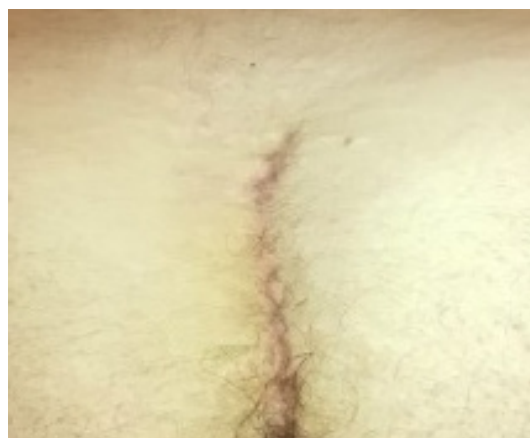


Рисунок 5. Пациент К., 25 лет, после операции прошло 11 месяцев. Результат операции достигнут, произошло уплощение межъягодичной борозды, латерализация послеоперационной раны, отсутствие грубого тянущего келоидного рубца (фото выполнено в полусогнутом положении пациента)

Figure 5. Patient K., 25 years old, 11 months have passed since the operation. The result of the operation was achieved, there was a flattening of the interdigital furrow, lateralization of the postoperative wound, the absence of a rough pulling keloid scar (the photo was taken in a semi-bent position of the patient)

Литература[References]

- 1 Harries RL, Alqallaf A, Torkington J, Harding KG. Management of sacrococcygeal pilonidal sinus disease. *Int Wound J*. 2019;16(2):370-8. <https://doi.org/10.1111/iwj.13042>
- 2 Johnson EK, Vogel JD, Cowan ML, et al. The American Society of Colon and Rectal Surgeons' Clinical Practice Guidelines for the Management of Pilonidal Disease. *Dis Colon Rectum*. 2019;62(2):146-57. <https://doi.org/10.1097/DCR.0000000000001237>
- 3 Ates U, Ergun E, Gollu G, et al. Pilonidal sinus disease surgery in children: the first study to compare crystallized phenol application to primary excision and closure. *J Pediatr Surg*. 2018;53(3):452-5. <https://doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2017.05.012>
- 4 Gul VO, Destek S. Sinusectomy and primary closure versus excision and primary closure in pilonidal sinus disease: a retrospective cohort study. *Int J Colorectal Dis*. 2020;35(6):1117-24. <https://doi.org/10.1007/s00384-020-03575-1>
- 5 Umesh V, Sussman RH, Smith J, Whyte C. Long term outcome of the Bascom cleft lift procedure for adolescent pilonidal sinus. *J Pediatr Surg*. 2018;53(2):295-7. <https://doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2017.11.036>
- 6 Algazar M, Zaitoun MA, Khalil OH, Abdalla WM. Sinus laser closure (SiLaC) versus Limberg flap in management of pilonidal disease: A short term non-randomized comparative prospective study. *Asian J Surg*. 2022;45(1):179-183. <https://doi.org/10.1016/j.asjsur.2021.04.026>
- 7 Dessily M, Charara F, Ralea S, Alle JL. Pilonidal sinus destruction with a radial laser probe: technique and first Belgian experience. *Acta Chir Belg*. 2017;117(3):164-8. <https://doi.org/10.1080/00015458.2016.1272285>
- 8 Sluckin TC, Hazen SMJA, Smeenk RM, Schouten R. Sinus laserassisted closure (SiLaC®) for pilonidal disease: results of a multicenter cohort study. *Tech Coloproctol*. 2022;26(2):135-41. <https://doi.org/10.1007/s10151-021-02550-4>
- 9 Kalaiselvan R, Bathla S, Allen W, et al. Minimally invasive techniques in the management of pilonidal disease. *Int J Colorectal Dis*. 2019;34(4):561-8. <https://doi.org/10.1007/s00384-019-03260-y>
- 10 Pronk AA, Smakman N, Furnee EJB. Short-term outcomes of radical excision vs. phenolisation of the sinus tract in primary sacrococcygeal pilonidal sinus disease: a randomised-controlled trial. *Tech Coloproctol*. 2019;23(7):665-73. <https://doi.org/10.1007/s10151-019-02030-w>
- 11 Yardimci VH. Outcomes of Two Treatments for Uncomplicated Pilonidal Sinus Disease: Karydakias Flap Procedure and Sinus Tract Ablation Procedure Using a 1,470 nm Diode Laser Combined With Pit Excision. *Lasers in surgery and medicine. United States*. 2020;52:848-54. <https://doi.org/10.1002/lsm.23224>
- 12 Abdelnaby M, Fathy M, Emile SH, et al. Sinus laser therapy versus sinus lay open in the management of sacrococcygeal pilonidal disease. *Colorectal Dis*. 2021;23(9):2456-65. <https://doi.org/10.1111/codi.15755>
- 13 Cahais J. Endoscopic pilonidal sinus disease treatment (EPSiT). *J Visc Surg*. 2021;158(4):337-42. <https://doi.org/10.1016/j.jvisurg.2021.02.008>
- 14 Milone M, Velotti N, Manigrasso M, et al. Video-assisted ablation of pilonidal sinus (VAAPS) versus sinusectomy for treatment of chronic pilonidal sinus disease: a comparative study. *Updates Surg*. 2019;71(1):179-83. <https://doi.org/10.1007/s13304-018-00611-2>
- 15 Romic I, Augustin G, Bogdanic B, et al. Laser treatment of pilonidal disease: a systematic review. *Lasers Med Sci*. 2022;37(2):723-732. <https://doi.org/10.1007/s10103-021-03379-x>
- 16 Papagiannopoulos IA, Zarogoulidis P. US Guided Si.La.D. A new technique for minimally invasive pilonidal disease treatment, using ultrasound guided laser ablation. *Expert Rev Med Devices*. 2021;18(8):811-4. <https://doi.org/10.1080/17434440.2021.1943362>

Авторская справка

Пахомова Регина Александровна

Д-р мед. наук, доцент, заведующая кафедрой пластической хирургии, РОСБИОТЕХ.

ORCID 0000-0002-3681-4685; PRA5555@mail.ru

Вклад автора: анализ данных литературы, определение трендов.

Клименко Константин Владимирович

Пластический хирург, Клиника пластической хирургии Revitalife.

ORCID 0000-0002-3681-4685; kklimenko777@yandex.ru

Вклад автора: анализ клинических данных.

Кочетова Людмила Викторовна

Канд. мед. наук, доцент, профессор кафедры общей хирургии имени профессора М.И. Гульмана; Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого.

ORCID 0000-0001-5784-7067; DissovetKrasGMU@bk.ru

Вклад автора: написание обсуждения, выводов.

Author's reference

Regina A. Pakhomova

Dr. Sci. (Med.), Docent, Head of the Department of Plastic Surgery, BIOTECH University.

ORCID 0000-0002-3681-4685; PRA5555@mail.ru

Author's contribution: analysis of literature data, identification of trends.

Konstantin V. Klimenko

Plastic Surgeon, Revitalife Plastic Surgery Clinic.

ORCID 0000-0002-3681-4685; kklimenko777@yandex.ru

Author's contribution: clinical data analysis.

Lyudmila V. Kochetova

Cand. Sci. (Med.), Docent, Professor of the Department of General Surgery named after Professor M.I. Gulman; Professor V.F. Voino-Yasensky Krasnoyarsk State Medical University.

ORCID 0000-0001-5784-7067; DissovetKrasGMU@bk.ru

Author's contribution: writing a discussion, conclusions.

ВОПРОСЫ ПСИХИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ

MENTAL HEALTH

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

<https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2024.1.PSY.1>

ORIGINAL ARTICLE

УДК 616.831-005

АРТ-ТЕРАПИЯ В КОРРЕКЦИИ ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ПАЦИЕНТОВ, ПЕРЕНЁСШИХ ОСТРОЕ НАРУШЕНИЕ МОЗГОВОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ, НА ЭТАПЕ МЕДИЦИНСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ

В.И. Рузов¹, К.А. Сайфутдинов², О.Н. Вылегжанина³, Д.В. Колчин¹

¹Ульяновский государственный университет, ул. Льва Толстого, д. 42, г. Ульяновск, 432017, Россия

²Казанский государственный медицинский университет, ул. Бутлерова, 49, г. Казань, 420012, Россия

³Ульяновский областной клинический госпиталь ветеранов войн, ул. Кузнецова, д. 26, г. Ульяновск, 432700, Россия

Резюме. *Актуальность.* Рассматривая высокую частоту встречаемости острого нарушения мозгового кровообращения (ОНМК) в пост-пандемийный период COVID-19, необходимо проведение комплекса реабилитационных мероприятий у данных пациентов, направленный на их интеграцию в социум. Одними из наиболее часто встречающихся последствий перенесённого ОНМК являются когнитивный дефицит и психоэмоциональная лабильность. Среди психотерапевтических методов коррекции данных нарушений широкое распространение получила арт-терапия. *Цель исследования:* оценить эффективность метода арт-терапии в коррекции психоэмоционального состояния пациентов, перенёсших ОНМК, на этапе медицинской реабилитации. *Объект и методы.* В исследовании участвовало 110 пациентов, перенёсших ОНМК, рандомизированные на две группы с использованием арт-терапии и гуманистической психотерапии соответственно. Оценка проводилась с использованием теста MMSE и HADS. *Результаты.* Полученные результаты свидетельствуют о преимуществе арт-терапии в коррекции психоэмоционального состояния пациентов, однако данный вид психотерапии не оказывает влияния на динамику когнитивных функций у пациентов с ОНМК. *Выводы.* Арт-терапия является одним из наиболее оптимальных методов психологической коррекции, психоэмоционального состояния пациентов с ОНМК и не оказывает влияния на когнитивные функции. В реабилитации пациентов с ОНМК необходимо сочетать различные методы психотерапии.

Ключевые слова: острое нарушение мозгового кровообращения, реабилитация, инсульт, арт-терапия, психотерапия.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование проводилось без спонсорской поддержки.

Соответствие нормам этики. Авторы подтверждают, что соблюдены права людей, принимавших участие в исследовании, включая получение информированного согласия в тех случаях, когда оно необходимо.

Для цитирования: Рузов В.И., Сайфутдинов К.А., Вылегжанина О.Н., Колчин Д.В. Арт-терапия в коррекции психоэмоционального состояния пациентов, перенёсших острое нарушение мозгового кровообращения, на этапе медицинской реабилитации. *Вестник медицинского института «РЕАВИЗ». Реабилитация, Врач и Здоровье.* 2024;14(1):129-133. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2024.1.PSY.1>

ART THERAPY IN THE CORRECTION OF THE PSYCHOEMOTIONAL STATE OF PATIENTS WHO HAVE SUFFERED STROKE AT THE STAGE OF MEDICAL REHABILITATION

Viktor I. Ruzov², Karim A. Sayfutdinov², Ol'ga N. Vylegzhanina³, Dmitriy V. Kolchin¹

¹Ulyanovsk State University, 42, Lva Tolstogo str., Ulyanovsk, 432017, Russia

²Kazan State Medical University, 49, Butlerova str., Kazan, 420012, Russia

³Ulyanovsk Regional Clinical Hospital of War Veterans, 26, Kuznetsova str., Ulyanovsk, 432700, Russia

Abstract. *Relevance.* Considering the high incidence of stroke in the post-pandemic period COVID-19, it is necessary to carry out a set of rehabilitation measures for these patients aimed at their integration into society. One of the most common consequences of a stroke is cognitive deficit and psycho-emotional lability. Among the psychotherapeutic methods for correcting these disorders, art therapy has become widespread. *Purpose of the study:* to evaluate the effectiveness of the art therapy method in correcting the psycho-emotional state of patients who suffered stroke at the stage of medical rehabilitation. *Object and methods.* the study involved 110 patients who had suffered stroke, randomized into 2 groups using art therapy and humanistic psychotherapy. The assessment was carried out using the MMSE and HADS test. *Results.* The results obtained indicate the advantage of art therapy in correcting the psycho-emotional state of patients; however, this type of psychotherapy does not affect the dynamics of cognitive functions in patients with stroke. *Conclusions.* Art therapy is one of the most optimal methods of psychological correction, the psycho-emotional state of patients with stroke and does not affect cognitive functions. In the rehabilitation of patients with stroke, it is necessary to combine various methods of psychotherapy.

Key words: rehabilitation, stroke, art therapy, psychotherapy.

Competing interests. The authors declare no competing interests.

Funding. This research received no external funding.

Compliance with ethical principles. The authors confirm that they respect the rights of the people participated in the study, including obtaining informed consent when it is necessary.

Cite as: Ruzov V.I., Sayfutdinov K.A., Vylegzhanina O.N., Kolchin D.V. Art therapy in the correction of the psychoemotional state of patients who have suffered stroke at the stage of medical rehabilitation. *Bulletin of the Medical Institute "REAVIZ". Rehabilitation, Doctor and Health.* 2024;14(1):129-133. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2024.1.PSY.1>

Актуальность

Острое нарушение мозгового кровообращения (ОНМК) на сегодня является наиболее сложной и актуальной проблемой неврологии [1, 2]. По оценке Всемирной организации здравоохранения ежегодно в мире верифицируется около 6 млн случаев ОНМК, в 25% – с летальным исходом [3]. Инсульты занимают 2-е место в структуре смертности от заболеваний в Российской Федерации. Кроме того, высокая инвалидизация, возникающая у пациентов с ОНМК и сопровождающаяся, в том числе, и когнитивными нарушениями, вызывает обеспокоенность медицинского сообщества не только в России, но и зарубежом.

По мнению ряда авторов, существенно возросшая частота ОНМК, в том числе и у лиц молодого возраста, в последние годы может быть связана с минувшей пандемией COVID-19, захлестнувшей мир в 2020 году. По их мнению, развитие ишемических и геморрагических инсультов при COVID-19 может быть объяснено нейротропностью и нейровирулентностью вируса SARS-CoV-2 [4].

В патогенезе неврологических осложнений в виде последующего развития ОНМК у лиц, переболевших новой коронавирусной инфекцией, отмечается связь со сродством SARS-CoV-2 к рецепторам ACE-2, расположенным в интима сосудистой стенки [5]. Взаимодействие SARS-CoV-2 с рецепторами ACE-2 в просвете церебральных сосудов способствует выработке провоспалительных интерлейкинов, приводя к нарушению структур гематоэнцефалического ба-

рьера и изменению проницаемости сосудов, кровоснабжающих головной мозг. Кроме этого, снижение экспрессии ACE-2 повышает риск развития ОНМК за счёт нарушения функции эндотелия артерий, что приводит к увеличению риска цереброваскулярных событий в 4 раза по сравнению со здоровой популяцией. Таким образом, вследствие высокой частоты ОНМК, в том числе и у лиц молодого возраста, обусловлена социальная значимость данной группы заболеваний, и данная проблема представляет научный интерес.

В связи с возросшей тенденцией к увеличению частоты «сосудистых катастроф» и числа негативных последствий сосудистых заболеваний головного мозга в виде снижения качества жизни пациента и общества в целом, немаловажный интерес к данной проблематике представляет вопрос реабилитации пациентов с ОНМК. Как известно, темпы восстановления двигательной и когнитивной функции после ОНМК обратнопропорциональны количеству времени, прошедшему от начала заболевания. В исследованиях А.Б. Гехт (1993) отмечено, что наибольшее восстановление неврологических функций имеет место в первые три месяца заболевания, при этом степень тяжести резидуальных проявлений напрямую зависит от клинической картины ОНМК на третью неделю болезни.

Значительное влияние на лечение и комплекс реабилитационных мероприятий в раннем восстановительном периоде у лиц после инсульта вносят когнитивные и психопатологические нарушения,

которым до недавнего времени не уделялось достаточного внимания. В подавляющем большинстве случаев у лиц, перенёсших ОНМК, в клинической картине имеют место не столько двигательные, сколько когнитивные и тревожно-депрессивные расстройства, влияющие на реабилитационные мероприятия и на социально-бытовую адаптацию пациента в целом. Под постинсультным когнитивным дефицитом понимают любое снижение интеллектуально-мнестических функций, возникших в течение первых трёх месяцев после начала заболевания. По данным ряда авторов, частота когнитивных и тревожно-депрессивных расстройств у пациентов с ОНМК колеблется от 65–80%.

Основными целями и задачами психологической коррекции у пациентов с ОНМК на этапе медицинской реабилитации является: снижение уровня тревоги и депрессии; коррекция внутренней картины болезни; переключение внимания от утрат к возможностям; постановка актуальных целей и поиск путей их достижения, повышение внутренней самооценки; формирование приверженности и мотивации к лечению и реабилитационным мероприятиям [6, 7].

В процессе психологической коррекции всегда должен соблюдаться один из ключевых принципов реабилитации – обращение к личности пациента. Однако процесс адаптации пациентов, перенёсших ОНМК, к своему новому состоянию весьма долгий и трудный, поэтому психологическая коррекция таких пациентов является непростой задачей для клинического психолога. Кроме этого, выраженный психоэмоциональный стресс и когнитивная дисфункция не позволяют большинству пациентов возложить надежду и осознать необходимость психотерапевтических мероприятий, результат которых напрямую зависит от искреннего желания и веры пациента в улучшение его состояния и в восстановление.

Среди огромного числа психотерапевтических методик, используемых в реабилитации пациентов с ОНМК, изотерапия является наиболее распространённой и удобной в проведении техникой арт-терапии, позволяющей одновременно достичь восстановление моторики пальцев рук, чувствительности, увидеть свой внутренний мир, мечты и ресурсы, необходимые для дальнейшей реабилитации [8]. Через арт-терапию происходит активное межполушарное взаимодействие, так необходимое пациентам с речевыми нарушениями, присутствующими в клинической картине ОНМК. Помимо этого, в процессе рисования происходит осмысление творческого процесса и коррекция когнитивных функций.

Искусство изначально было способом адаптации человечества к миру, поэтому арт-терапия – естественная форма изменения психологического и эмоционального состояния. Она помогает сосредото-

читься, успокоиться. Для этого не обязательно быть художником, нужно только взять краски и начать рисовать. К преимуществам арт-терапии в коррекции психоэмоционального состояния пациентов с ОНМК, на наш взгляд, можно отнести роль проводника симптомов и переживаний, независимого от пола, возраста и внутренней картины болезни. Арт-терапия не имеет побочных эффектов и противопоказаний.

Цель исследования: оценить эффективность метода арт-терапии в коррекции психоэмоционального состояния пациентов, перенёсших ОНМК, на этапе медицинской реабилитации.

Объект и методы

В исследование включено 110 пациентов, перенёсших острое нарушение мозгового кровообращения, находящихся на стационарном этапе медицинской реабилитации в ГУЗ «Ульяновский областной клинический госпиталь ветеранов войн» на момент обследования. Все пациенты, принимающие участие в исследовании, были рандомизированы на две группы, схожие по полу и возрасту. Контрольную группу (1-я группа) составили пациенты, где психотерапевтическая коррекция проводилась путём гуманистической психотерапии, включающую эмоциональную поддержку, визуализацию, работу с чувствами с освоением приёмов релаксации, направленных на коррекцию эмоционального состояния. В группе сравнения (2-я группа) использовался метод арт-терапии. Каждая из групп состояла из 55 человек – 30 мужчин и 25 женщин, средний возраст пациентов, включённых в исследование, составил в 1-й группе $53 \pm 3,87$ года, во 2-й группе – $56 \pm 4,62$ года. Всем пациентам были проведены общеклинические методы исследования, включающие в себя ОАК, ОАМ, биохимический анализ крови, ЭКГ. Нейропсихологическое обследование каждого пациента проводилось два раза: в момент госпитализации и перед выпиской из отделения. Лекарственная терапия пациентов с ОНМК осуществлялась согласно утверждённому МЗ РФ Клиническим рекомендациям «Геморрагический инсульт» от 15.12.2022 и «Ишемический инсульт и транзиторная ишемическая атака» от 01.09.2021 [9, 10]. Средний срок второго этапа реабилитации пациентов составил 17 дней. Эффективность улучшения психоэмоционального состояния и когнитивных функций пациентов определяли на основании результатов оценочных психометрических шкал в динамике: MMSE – краткая шкала оценки психического статуса (Folshteyn, 1975г.) и HADS – госпитальная шкала тревоги и депрессии (Zigmond, Snaith 1983г.) в начале лечения и перед выпиской из стационара.

Статистическая обработка полученных результатов проводилась с использованием пакета программ Statistica10. Показатели представлены данными среднего значения стандартного отклонения ($M \pm SD$). Для сравнения двух показателей выборок в случае распределения близкого к нормальному использовали критерий Стьюдента. Различия считались статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение

При оценке эмоциональных и поведенческих нарушений с использованием психометрических шкал были получены данные, представленные в табл. 1.

При анализе теста MMSE исходный показатель когнитивных нарушений был сопоставим в обеих группах и по завершению реабилитационных ме-

роприятий существенно не отличался за исключением показателей, отвечающих за концентрацию внимания – $3,30 \pm 0,24$ в 1-й группе против $3,88 \pm 0,14$ во 2-й группе, $p = 0,046$, которые были достоверно более высокими у пациентов 2-й группы.

При обработке результатов по методике HADS после прохождения курса медицинской реабилитации перед выпиской из стационара у пациентов 1-й группы были выявлены следующие показатели психоэмоционального статуса: у 30 (54,5%) пациентов уровень тревоги был в пределах нормы, у 19 (34,5%) пациентов наблюдалась субклинически выраженная тревога, клинически значимый уровень тревоги наблюдался у 6 пациентов, что составило 11% от числа пациентов, получающих гуманистическую психотерапию (табл. 2).

Таблица 1. MMSE – краткая шкала оценки психического статуса
Table 1. MMSE – a short scale for assessing mental status

Субтест	Количество баллов				p _{1, 2} перед выпиской
	1-я группа		2-я группа		
	в момент госпитализации	перед выпиской	в момент госпитализации	перед выпиской	
Ориентировка в месте (0-5 баллов)	3,6 (0,11)	4,3 (0,11)	3,54 (0,13)	4,53 (0,12)	0,160
Ориентировка во времени (0-5 баллов)	3,9 (0,15)	4,3 (0,15)	3,9 (0,14)	4,0 (0,15)	0,160
Память (0-3 балла)	1,8 (0,52)	1,9 (0,53)	1,8 (0,47)	1,8 (0,47)	0,89
Концентрация внимания и счёт (0-5 баллов)	3,12 (0,21)	3,30 (0,24)	3,18 (0,14)	3,88 (0,14)	0,046
Восприятие (0-3 балла)	1,87 (0,25)	2,24 (0,27)	1,91 (0,19)	2,63 (0,17)	0,224
Название предметов (0-2 балла)	1,68 (0,02)	1,81 (0,02)	1,73 (0,03)	1,88 (0,03)	0,06
Выполнение трёхэтапной команды (0-3 балла)	2,38 (0,05)	2,47 (0,05)	2,35 (0,05)	2,45 (0,05)	0,78
«Напишите предложение» (0-1 балл)	0,54 (0,08)	0,72 (0,09)	0,53 (0,09)	0,69 (0,08)	0,8
«Срисуйте рисунок» (0-1 балл)	0,54 (0,07)	0,61 (0,07)	0,57 (0,07)	0,72 (0,07)	0,803
«Закройте глаза» (1 балл)	0,72 (0,05)	0,81 (0,06)	0,74 (0,05)	0,79 (0,05)	0,609
«Никаких если, и или но» -повторение (0-1 балл)	0,64 (0,08)	0,75 (0,08)	0,63 (0,08)	0,71 (0,08)	0,724

Таблица 2. HADS – госпитальная шкала тревоги и депрессии
Table 2. HADS – hospital scale of anxiety and depression

Степень выраженности	Количество пациентов, чел. (%), испытывающих							
	тревогу		депессию		тревогу		депессию	
	в момент госпитализации				перед выпиской из стационара			
	1-я группа	2-я группа	1-я группа	2-я группа	1-я группа	2-я группа	1-я группа	2-я группа
Норма	19 (34,5%)	18 (32,7%)	27 (49,1%)	28 (50,9%)	30 (54,5%)	34 (61,8%)	38 (69,1%)	42 (76,3%)
Субклиническая	25 (45,5%)	27 (49,1%)	15 (27,3%)	16 (29,1%)	19 (34,5%)	16 (29,1%)	12 (21,8%)	10 (18,1%)
Клиническая	11 (20%)	10 (18,1%)	13 (23,6%)	11 (20%)	6 (11%)	5 (9,1%)	5 (9,1%)	3 (5,6%)

Уровень депрессии у пациентов данной группы был сопряжён с уровнем тревоги, показатели которой также улучшились на фоне комплекса проводимых реабилитационных мероприятий. Отсутствие депрессии отмечалось у 38 (69,1%) пациентов 1-й группы, 12 (21,8%) человек имели субклинический уровень депрессии, лишь только у 5 п (9,1%) ациентов регистрировалась клинически значимая депрессия.

Пациенты 2-й группы, получающие арт-терапию, продемонстрировали более высокие показатели, отражающие улучшение психоэмоционального состояния, по сравнению с 1-й группой. Так, отсутствие тревоги отмечалось у 34 (61,8%) пациентов, субклиническая тревога регистрировалась у 16 (29,1%) че-

ловек, клинически значимый уровень тревоги был отмечен лишь у 5 (9,1%) пациентов.

Улучшение психоэмоционального состояния пациентов 2-й группы, получавших арт-терапию, также нашло отражение в показателях теста HADS, ответственных за депрессию, которые были более высокими, по сравнению с 1-й группой: отсутствие депрессии после проведённого курса реабилитации отмечалось у 42 (76,3%) человек, субклиническая депрессия регистрировалась у 10 (18,1%) пациентов, клиническая депрессия наблюдалась только у 3 (5,6%) пациентов, завершивших курс реабилитации.

Таким образом, проведённое исследование доказывает преимущество арт-терапии как способа

психологической коррекции эмоционального состояния у пациентов, перенёсших ОНМК, в рамках проводимой медицинской реабилитации, по сравнению с методом гуманистической терапии. Однако, в силу сопутствующего когнитивного дефицита, данный психотерапевтический метод не оказывал существенного влияния на динамику улучшения показателей когнитивного статуса, таких как память, внимание, скорость мышления.

Выводы

Арт-терапия является одним из наиболее эффективных методов психологической коррекции,

направленных на улучшение психоэмоционального состояния пациентов с ОНМК.

К недостаткам данного метода относится слабое влияние на коррекцию когнитивных функций у лиц, перенёсших ОНМК.

В работе с пациентами, перенёсшими ОНМК, на этапе медицинской реабилитации необходим комплексный подход, использующий различные психотерапевтические методики, направленные на развитие как когнитивных функций, так и на улучшение психоэмоционального статуса пациентов.

Литература [References]

- Остапчук Е.С. Оценка госпитальной летальности при мозговом инсульте. Вестник СурГУ. Медицина. 2016;3(29):56-59. Ostapchuk E.S. Assessment of hospital mortality in cerebral stroke. Bulletin of SurGU. Medicine. 2016;3(29):56-59. (In Russ).
- Pelz D., Andersson T., Lylyk P., Negoro M., Soderman M. Stroke review: advances in interventional neuroradiology 2004. Stroke. 2005 Feb; 36(2):211-4.
- Мухаметзянов А.М. Медико-организационные аспекты госпитальной летальности при инсульте. Медицинский вестник Башкортостана. 2013;8(5):9-12. Mukhametzyanov A.M. Medical and organizational aspects of hospital mortality in stroke. Medical Bulletin of Bashkortostan. 2013;8(5):9-12. (In Russ).
- Orozco-Hernández JP, Marin-Medina DS, Sánchez-Duque JA. Neurological manifestations of SARS-CoV-2 infection. Semergen. 2020;46(suppl 1):106-108. <https://doi.org/10.1016/j.semerg.2020.05.00>
- Nannoni S, de Groot R, Bell S, Markus HS. Stroke in COVID-19: A systematic review and meta-analysis. Int J Stroke. 2021;16(2):137-149. <https://doi.org/10.1177/1747493020972922>
- Ковшова О.С., Светкина А.А. Комплексная нейropsychологическая реабилитация больных с ОНМК. Сб. выступлений V Международной конференции «Фундаментальные и прикладные аспекты восстановления сознания после травмы мозга: междисциплинарный подход. Н. Новгород, 2016:45-47. Kovshova O.S., Svetkina A.A. Complex neuropsychological rehabilitation of patients with ONMC. Collection of speeches of the V International Conference "Fundamental and applied aspects of restoring consciousness after brain injury: an interdisciplinary approach. N. Novgorod, 2016:45-47. (In Russ).
- Куташов В.А., Будневский А.В., Припутневич Д.Н., Суржко Г.В. Психологические особенности пациентов с последствиями острого нарушения мозгового кровообращения, затрудняющими социальную адаптацию. Вестник неврологии, психиатрии и нейрохирургии. 2014;8:8-13. Kutashov V.A., Budnevsky A.V., Priputnevich D.N., Surzhko G.V. Psychological characteristics of patients with the consequences of acute cerebral circulatory disorders that impede social adaptation. Bulletin of Neurology, Psychiatry and Neurosurgery. 2014;8:8-13. (In Russ).
- Сусанина И.В. Введение в арт-терапию. М.: Когито-Центр, 2007:95. Susanina I.V. Introduction to art therapy. Moscow: Kogito Center, 2007:95. (In Russ).
- Клинические рекомендации - Ишемический инсульт и транзиторная ишемическая атака у взрослых - 2021-2022-2023(01.09.2021). Утверждены Минздравом РФ. Clinical recommendations - Ischemic stroke and transient ischemic attack in adults - 2021-2022-2023 (09/01/2021). Approved by the Ministry of Health of the Russian Federation. (In Russ). <https://sudact.ru/law/klinicheskie-rekomendatsii-ishemicheskii-insult-i-tranzitornaia-ishemicheskaiia/klinicheskie-rekomendatsii/>
- Клинические рекомендации - Геморрагический инсульт - 2022-2023-2024 (15.12.2022). Утверждены Минздравом РФ. 10 Clinical recommendations - Hemorrhagic stroke - 2022-2023-2024 (12/15/2022). Approved by the Ministry of Health of the Russian Federation. (In Russ). <https://sudact.ru/law/klinicheskie-rekomendatsii-gemorragicheskii-insult-utv-minzdravom-rossii/klinicheskie-rekomendatsii/>

Авторская справка

Рузов Виктор Иванович

Д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедры факультетской терапии, Ульяновский государственный университет.

ORCID 0000-0001-7510-3504

Вклад автора: определение трендов, определение задач исследования.

Сайфутдинов Карим Альбертович

Студент 5 курса стоматологического факультета, Казанский государственный медицинский университет.

Вклад автора: анализ данных литературы.

Вылегжанина Ольга Николаевна

Клинический психолог высшей квалификационной категории, Ульяновский областной клинический госпиталь ветеранов войн.

Вклад автора: анализ данных литературы.

Колчин Дмитрий Владимирович

Аспирант кафедры факультетской терапии, Ульяновский государственный университет.

ORCID 0000-0002-6226-1025

Вклад автора: подготовка выводов, заключения.

Author's reference

Viktor I. Ruzov

Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Faculty Therapy, Ulyanovsk State University.

ORCHID 0000-0001-7510-3504

Author's contribution: identifying trends, defining research objectives.

Karim A. Sayfutdinov

5th year student of the Faculty of Dentistry, Kazan State Medical University.

Author's contribution: literature data analysis.

Ol'ga N. Vylegzhanina

Clinical psychologist of the highest qualification category, Ulyanovsk Regional Clinical Hospital of War Veterans.

Author's contribution: literature data analysis.

Dmitriy V. Kolchin

Postgraduate student of the Department of Faculty Therapy, Ulyanovsk State University.

ORCHID 0000-0002-6226-1025

Author's contribution: preparation of conclusions, conclusions.

МЕДИЦИНСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

MEDICAL EDUCATION

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ
<https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2024.1.EDU.1>

ORIGINAL ARTICLE
УДК 378.046.4

UTILIZATION OF SIMULATION MODELS IN CLINICAL TEACHING IN THE DEPARTMENT OF CLINICAL MEDICINE AT MEDICAL TRAINING COLLEGES

Benjamin K. Wamalwa, Gladys J. Mengich, David K. Kaniaru, Harun C. Chemjor, Drinold A. Mbete

Masinde Muliro University of Science and Technology, Webuye-Kisumu Road, PO Box 190, Kakamega, 50100, Kenya

Abstract. *Introduction.* Simulation is a teaching, and learning technique that amplifies real experiences with guided experiences in clinical practice. Clinical simulation learning as an educational tool is recommended in the clinical officers' training. Upon entry into the workforce, clinicians are expected to respond to a range of clinical situations they may not have experienced during their training. To assess the simulation models used in clinical teaching on skills and performance. *Materials and Methods.* A descriptive cross-sectional study was conducted on 317 clinical medicine students attending the skills laboratory. After collecting the information from the questionnaires, the data analysis was analyzed via SPSS software with a significant $p < 0.05$. *Results.* Out of 317 students, 41.4% were female, and 58.6% were male. A multiple linear regression was fitted to assess the simulation models used in clinical teaching on skills and performance. The overall model explained 62.9% variation of Skills and performance, and it was significantly useful in explaining Skills and performance, $F(2, 299) = 54.936$, $p < 0.05$. With the one-unit increase in simulation models, the Skills and performance increased by 0.111, which was found to be a significant change, $t(299) = 4.007$, $p < 0.05$. *Conclusion.* The simulation models used in clinical learning experiences exposed students to critical thinking and increased their clinical judgment.

Key words: Clinical Officer Council of Kenya, Clinical Teaching, Medical Training Colleges.

Competing interests. The authors declare no competing interests.

Funding. This research received no external funding.

Compliance with ethical principles. Approvals to collect data were obtained from the Institutional Research and Ethics Committee (IREC) Ref No: MMU/COR: 403012 VOL 6(01) and Technology, National Commission for Science Technology and Innovation (NACOSTI) REF NO: 637208. Consent from participants was also obtained.

Cite as: Wamalwa B.K., Mengich G.J., Kaniaru D.K., Chemjor H.C., Mbete D.A. Utilization of simulation models in clinical teaching in the department of clinical medicine at medical training colleges. *Bulletin of the Medical Institute "REAVIZ". Rehabilitation, Doctor and Health.* 2024;14(1):134-143. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2024.1.EDU.1>

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИМИТАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ В КЛИНИЧЕСКОМ ОБУЧЕНИИ НА КАФЕДРЕ КЛИНИЧЕСКОЙ МЕДИЦИНЫ МЕДИЦИНСКИХ КОЛЛЕДЖЕЙ

Б.К. Вamalwa, Г.Дж. Менгич, Д.К. Каниару, Х.С. Чемджор, Д.А. Мбете

Университет науки и технологий им. Масинде Мулиро, улица Вебуге-Кисуму, а/я 190, Какамега, 50100, Кения

Резюме. *Введение.* Моделирование – это метод обучения, который усиливает реальное познание с помощью управляемого опыта в клинической практике. Обучение клинической симуляции в качестве учебного инструмента рекомендуется при подготовке медицинских работников. При поступлении на работу ожидается, что клиницисты будут реагировать на целый ряд клинических ситуаций, с которыми они, возможно, не сталкивались во время своего обучения. Оценка навыков и производительности имитационных моделей, используемых в клиническом обучении, является важной задачей. *Материалы и методы.* Было проведено описательное перекрёстное исследование 317 студентов клинической медицины, посещавших лабораторию освоения навыков. После сбора информации из вопросников анализ данных был проведён с помощью программного обеспечения SPSS со значимым $p < 0,05$. *Результаты.* Из 317 студентов 41,4% составляли женщины, а 58,6% – мужчины. Для оценки навыков и производительности имитационных моделей, используемых в клиническом обучении, была применена множественная линейная регрессия. Общая модель объясняет изменение навыков и производительности на 62,9%, и она продемонстрировала значимый эффект для объяснения навыков и производительности, $F(2, 299) = 54,936$, $p < 0,05$. При увеличении количества имитационных моделей на единицу навыки и производительность увеличиваются на 0,111, что оказалось значительным изменением, $t(299) = 4,007$, $p < 0,05$. *Заключение.* Имитационные модели, используемые в процессе клинического обучения, развивают у студентов критическое мышление и повышают их клиническое суждение.

Ключевые слова: Совет медицинских работников Кении, клиническое преподавание, Медицинские колледжи.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование проводилось без спонсорской поддержки.

Соответствие нормам этики. Разрешения на сбор данных были получены от Комитета по институциональным исследованиям и этике (IREC) Номер ссылки: MMU / COR: 403012 VOL 6(01) и технологии, Национальной комиссии по науке, технологиям и инновациям (NACOSTI) НОМЕР ССЫЛКИ: 637208. Также было получено согласие от участников.

Для цитирования: Вamalwa Б.К., Менгич Г.Дж., Каниару Д.К., Чемджор Х.С., Мбете Д.А. Использование имитационных моделей в клиническом обучении на кафедре клинической медицины в медицинских колледжах. *Вестник медицинского института "РЕАВИЗ". Реабилитация, врач и здоровье.* 2024;14(1):134-143. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2024.1.EDU.1>

Introduction

There are no universal standards for clinical simulation training. The Clinical Officers Council of Kenya (CoC) advocates for flexible medical training combining mentorship, constructive feedback and evaluation [1]. There are essential differences in the composition of medical educational programs, especially in clinical simulation teaching [2].

In the last decade, the use of simulation models as a learning technique has intensified in the preparation of students for clinical practice. Issues driving this move are amplified competitiveness and the need to assess students in clinical assignments; the aspiration to reduce homeopathic errors and improve patient care [3, 4]. In this regard, simulation plays a major role in students' learning of clinical competence.

American context describes clinical teaching as a proportion of clinical placements in clinical curricula with skills laboratory training and using models of simulation in measured practical lessons [5, 6]. Considering liability at the individual and organizational levels is necessary to enhance patient safety and quality of care. These initiatives are also featured in continuous professional development that prepares clinicians for best professional practice [7, 8]. Clinical simulation exercises are used to enhance performance and raise knowledge of safe patient care in situations where potential error may arise [9].

Articles in journals for medical education have primarily concentrated on the effects of simulation events on technical and psychomotor abilities, measuring things like attainment, precision, efficacy, advancement, rate of error, and time to complete a task properly [10,11]. Whereas it is important to enumerate basic skill presentation, these illustrations replicate more single-circle learning skills where «participants... are encouraged to learn to perform [but not question fundamental aspects] of organizations» [12]. Hereafter, methodological skills practice may be isolated from context to represent a portion of the health professional's work. Equally, studies in the zone of technical competencies are restricted in scope and do not justify the complete magnitude of training where interrogation, response and reflection shape the health professional [13, 14].

According to [15] in studies at the University of Amsterdam on the efficiency of interprofessional classroom-based training in medical programs, simulation learning techniques have been shown to improve overall performance and student satisfaction. In China, Yang et al., (2017) According to a prospective comparative study on simulation-based inter-professional instructions to foster attitudes toward cooperative practice, improving inter-professional abilities can lead to better patient care.

In South Africa, [17], found that patient-specific simulation for planned treatment had no intra-operative complications. Apprenticeship programs may not always guarantee that physicians will learn a comprehensive set of patient-centered skills. The location, timing, and favorable chances for controlled practice determine the type of experience. Additionally, clinical staff should follow desired clinical procedures and comprehend the level of patient care and management that is expected of them by exposure to fundamental patient care practices in simulation setups.

Historically, clinical teaching has been derived through training apprenticeships, as in the era of Florence Nightingale, in which an aspiring student learned the profession from the «master» [12]. In KMTC, skill laboratory training is commonly used as a teaching technique to assist clinicians in developing clinical skills before attending obligatory clinical placements. Nevertheless, when clinicians embark on their first clinical placements, they experience conflict between the theoretical ideal of expected medical training and the realism of the medical setting [18].

Mentorship at the diploma level is lacking. Mentorship has been shown to be an effective conduit for supporting the transfer of learning needed to address performance gaps in students. Mentorship increases the confidence of students in preparation for clinical practice and allows them to reflect on their professional development.

Materials and Methods

Data collecting

This descriptive cross-sectional study was approved by the Institutional Research and Ethics Committee (Ref No: MMU/COR: 403012 VOL 6(01)) REF NO: 637208) The inclusion criteria were: 1-Clinical Medicine students of Kenya Medical Training College- Kakamega campus and St. Marys' School of Clinical Medicine in their second and third year of study. The sample size was adopted from Yamane's 1967 method of sample collection. The study used cluster sampling to cluster Medical training colleges into Kakamega School of Clinical Medicine and St. Mary's School of Clinical Medicine. Stratified sampling was used to identify sub-groups in the target population; the sub-groups students; second and third-year students. The research tool was a questionnaire that was designed for this research. Ordinal, interval, and ratio data were intended to be collected via questionnaires in order to apply the more potent statistical method. Questionnaires were administered to assess the simulation models used on skills and performance. The study adopted the Cronbach alpha coefficient of internal consistency because it's more practical, it uses all items in the research instrument and is more convenient as compared to other methods since it requires one test administration

approach [19]. A pilot study was done at KMTC (Kenya Medical Training College) – Bungoma campus because the campus has the same intake and characteristics as the campuses in the Western region and uses a similar curriculum. The three independent variables (assessment of simulation models, perception, role) and the dependent variable (skills and performance) were subjected to reliability test at 0.8. The content validity of questionnaire was approved via the opinions of a panel of 12 experts of faculty members

Statistical analysis

With regard to quantitative data, SPSS software (statistical package for social sciences) Version 26 was used for data entry, cleaning, coding, and analysis. The distribution of each variable in the study objective was described using univariate analysis, and appropriate descriptive analysis was utilized to produce frequency distributions, tables, and other drawings that were used to analyze diagnostic treatment methods. The strength of the link and any discrepancies between the outcome variable and the other independent variables were examined using bivariate analysis. There was a correlation between socio-demographics and the research variables at a 0.05 level of significance. Bivariate and multivariate analyses of the variables were performed, and odds ratios with a 95% confidence level were computed.

Results

Assessment of Multicollinearity was done using the tolerance value and Variance inflation factor (VIF). The tolerance value ranges between 0 and 1 with a value below 0.1 indicating a serious Multicollinearity problem. The VIF statistic is the inverse of the tolerance value and has no definite cut-off points but if the VIF value lies between 1-10, then there is no Multicollinearity. If the VIF value is less than 1 or more than 10, then there is Multicollinearity. shows that the tolerance values are all above 0.5 and are closer to the maximum value of 1 than to the minimum value of 0 which indicates the absence of Multicollinearity. On the other hand, the VIF values are all close to 1 than 10 indicating the absence of collinearity and absence of bias in the regression model.

A bivariate correlation was computed for the observed variables using the Pearson product-moment correlation coefficient (r). The values of r ranged between 0 and $\pm$ indicating the extremes of no correlation and perfect correlation respectively and further showed the extent to which a linear relationship existed between two variables. The results show a strong positive correlation between the study variables. The predictor variables were significant at a 0.01 level of significance. The results of the correlation analysis are presented in Table 2.

Table 1. Multicollinearity Tests

		Collinearity Statistics	
Model		Tolerance	VIF
1 (Constant)			
Assessment of simulated models		0.991	1.119
Perception		0.991	1.162

Table 2. Correlation analysis

		Assessment of simulated models	Perception	Skills and performance
Assessment of simulated models	Pearson Correlation	1	0.094	0.242**
	Sig. (2-tailed)		0.103	0.000
	N	302	302	302
Perception	Pearson Correlation	0.094	1	0.479**
	Sig. (2-tailed)	0.103		0.000
	N	302	302	302
Skills and performance	Pearson Correlation	0.242**	0.479**	1
	Sig. (2-tailed)	0.000	0.000	
	N	302	302	302

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Multiple regressions without moderating effect for simulation models used for clinical teaching

To assess the simulation models used in clinical teaching on skills and performance, multiple regression was used where the researcher utilized the following

null hypothesis which was tested at a 0.05 level of significance.

H_0 : there are no simulation models used in clinical teaching on skills and performance.

The results are shown in Table 3.

Table 3a. Model summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	0.518 ^a	0.629	0.624	2.017

a. Predictors: (Constant), Perception, Assessment of simulated models

b. Dependent Variable: Skills and performance

Table 3b. ANOVA

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1 Regression	447.195	2	223.597	54.936	0.000 ^b
Residual	1216.981	299	4.070		
Total	1664.175	301			

a. Dependent Variable: Skills and performance

b. Predictors: (Constant), Perception, Assessment of simulated models

Table 3c. Regression coefficient

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		Sig.
	B	Std. Error	Beta	t	
1 (Constant)	5.057	0.738		6.851	0.000
Assessment of simulated models	0.111	0.028	0.199	4.007	0.000

a. Dependent Variable: Skills and performance

In Table 3(a-c), a multiple linear regression was fitted to assess the simulation models used in clinical teaching on skills and performance. All of the assumptions of regression analysis were met except the autocorrelation assumption between residuals. The overall model explains 62.9% variation of Skills and performance, and it was significantly useful in explaining Skills and performance, $F(2, 299) = 54.936$, $p < 0.05$. With one-unit increasing in simulation models, the Skills and performance increased by .111, which was found to be a significant change, $t(299) = 4.007$, $p < 0.05$. Therefore at 5% level of significance the null hypothesis was rejected and concluded that simulation models used in clinical teaching affected skills and performance.

Multiple regressions with moderating effect for simulation models used for clinical teaching

H_0 : There are no simulation models used in clinical teaching on skills and performance.

In Table 4 (a-c) shows that with the inclusion of the interaction effect of supervision and educational practices in the relationship simulation models used in clinical teaching and skills and performance. A multiple linear regression was fitted to explain simulation models on skills and performance using supervision and educational practices as the intervening/moderating variable. All of the assumptions of regression analysis were met except the autocorrelation assumption between residuals. The results in the model summary showed that the

«R Square Change», in model a, increased in variation as a result of the addition of the interaction term i.e. 8.4% (i.e., 0.084) which is the percentage increase in the variation explained by the addition of the interaction term. The results further show that this increase is statistically significant ($p < 0.05$), a result we obtain from the «Sig. F Change» column. Therefore, we can conclude that supervision and educational practices did moderate the skills and performance and simulation models. Further, though still more accurate prediction about skills and performance could be done ($F\text{-ratio} > 1$) with the inclusion of interaction effect (supervision and educational practices), this accuracy decreased i.e., $F\text{-ratio}$ decreased from 18.716 to 16.600. Finally, model b, had a p-value of 0.00 and 0.158 for the interaction effect (supervision and educational practices respectively) which shows that the null hypothesis of having no moderating effect of supervision on the linkage between skills and performance and simulation models was rejected for supervision because the p-value (sig value in regression coefficient table) was less than the level of significance of the study i.e., 0.05. The null hypothesis of having no moderating effect of educational practices on the linkage between skills and performance and simulation models was accepted for educational practices because the p-value (sig value in regression coefficient table) was greater than the level of significance of the study i.e., 0.05.

Table 4a. Model summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	0.242 ^a	0.059	0.056	2.285	0.059	18.716	1	300	0.000
2	0.378 ^b	0.143	0.135	2.187	0.084	14.688	2	298	0.000

a. Predictors: (Constant), Assessment of simulated models

b. Predictors: (Constant), Assessment of simulated models, Supervision, Educational practises

c. Dependent Variable: Skills and performance

Table 4b. ANOVA

	Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	97.727	1	97.727	18.716	0.000 ^b
	Residual	1566.448	300	5.221		
	Total	1664.175	301			
2	Regression	238.284	3	79.428	16.600	0.000 ^c
	Residual	1425.891	298	4.785		
	Total	1664.175	301			

a. Dependent Variable: Skills and performance
b. Predictors: (Constant), Assessment of simulated models
c. Predictors: (Constant), Assessment of simulated models, Supervision, Educational practices

Table 4c. Regression coefficients

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients Beta	t	Sig.	95.0% Confidence Interval for B		Collinearity Statistics	
	B	Std. Error				Lower Bound	Upper Bound	Tolerance	VIF
1 (Constant)	10.341	0.531		19.483	0.000	9.297	11.386		
	Assessment of simulated models	0.135	0.031	0.242	4.326	0.000	0.073	0.196	1.000
2 (Constant)	6.508	0.885		7.356	0.000	4.767	8.250		
	Assessment of simulated models	0.039	0.041	0.071	0.966	0.335	-0.041	0.119	0.539
	Supervision	0.357	0.067	0.309	5.349	0.000	0.226	0.488	0.862
	Educational practises	0.079	0.056	0.098	1.417	0.158	-0.031	0.190	0.605

a. Dependent Variable: Skills and performance

Conclusion

The multiplicity of simulation models used in clinical teaching depends on situations, course content and learner level. This means that clinical mentors might use one or more model to support student learning. These models as identified by [20] include: Teaching by doing where clinical mentors are involved in doing tasks in real environments and conditions; Teaching by supporting where reinforcing students and giving feedback to them will increase their responsibility for learning; Teaching by being a role model where clinical mentors believe that being a role model in clinical education is the most effective and right way for transmit-

ting professional experiences and attitudes; Teaching by creating learning context which involves creating a suitable scenario and good condition for teaching; Teaching by monitoring where the clinical mentors constantly monitor the students' attributes.

According to the results of this study, the inclusion of the interaction effect of supervision and educational practices in the relationship simulation models used in clinical teaching and skills and performance had a positive outcome. So, it suggests that a combined approach of mentorship and students attending ward rounds is the most appropriate method for future medical education.

ПЕРЕВОД НА РУССКИЙ ЯЗЫК

Введение

Не существует универсальных стандартов для обучения клиническому моделированию. Совет клинических офицеров Кении (CoC) выступает за гибкое медицинское обучение, сочетающее наставничество, конструктивную обратную связь и оценку [1]. Имеются существенные различия в составе медицинских образовательных программ, особенно в обучении клиническому моделированию [2].

В последнее десятилетие при подготовке студентов к клинической практике активизировалось использование имитационных моделей в качестве метода обучения. Факторами, стимулирующими этот шаг, являются усиление конкурентоспособности и необходимость оценивать студентов при выполнении клинических заданий; стремление сократить количество ошибок и улучшить уход за пациентами [3, 4]. В связи с этим имитационное моделиро-

вание играет важную роль в обучении студентов клинической компетентности.

Американский контекст описывает клиническое обучение как долю клинических мест в клинических учебных программах с навыками лабораторной подготовки и использованием имитационных моделей на взвешенных практических занятиях [5, 6]. Рассмотрение ответственности на индивидуальном и организационном уровнях необходимо для повышения безопасности пациентов и качества медицинской помощи. Эти инициативы также включены в программу непрерывного профессионального развития, которая готовит клиницистов к лучшей профессиональной практике [7, 8]. Клинические имитационные упражнения используются для повышения производительности и расширения знаний о безопасном уходе за пациентами в ситуациях, когда может возникнуть потенциальная ошибка [9].

Статьи в журналах для медицинского образования в основном сосредоточены на влиянии имита-

ционных событий на технические и психомоторные способности, измеряя такие показатели, как достижения, точность, эффективность, продвижение, частота ошибок и время для надлежащего выполнения задачи [10, 11]. В то время как важно перечислить презентацию базовых навыков, эти иллюстрации в большей степени воспроизводят навыки обучения в одном круге, где «участники... поощряются учиться выполнять работу [но не подвергать сомнению фундаментальные аспекты] организаций» [12]. В дальнейшем практика использования методологических навыков может быть изолирована от контекста и представлять собой часть работы медицинского работника. Точно также исследования в области технических компетенций ограничены и не оправдывают полного объема обучения, при котором вопросы, ответы и рефлексия формируют медицинского работника [13, 14]. Согласно исследованиям Амстердамского университета, посвященным эффективности межпрофессионального аудиторного обучения в медицинских программах, было показано, что методы имитационного обучения повышают общую успеваемость и удовлетворенность студентов [15]. В Китае, согласно проспективному сравнительному исследованию Yang et al. (2017) межпрофессиональных инструкций на основе моделирования для формирования отношения к практике сотрудничества, улучшение межпрофессиональных способностей может привести к улучшению ухода за пациентами.

В Южной Африке обнаружили, что специфичное для конкретного пациента моделирование для запланированного лечения не имело интраоперационных осложнений [17]. Программы стажировки не всегда могут гарантировать, что врачи овладеют полным набором навыков, ориентированных на пациента. Место, время и благоприятные возможности для контролируемой практики определяют тип опыта. Кроме того, клинический персонал должен следовать желаемым клиническим процедурам и понимать уровень ухода за пациентами и управления ими, который от них ожидается, благодаря ознакомлению с основными методами ухода за пациентами в имитационных установках.

Исторически сложилось так, что клиническое преподавание происходило через обучение ученичеству, как в эпоху Флоренс Найтингейл, когда начинающий студент осваивал профессию у «мастера» [12]. В Кенийском медицинском колледже (КМТС) лабораторный тренинг по навыкам обычно используется в качестве метода обучения, помогающего клиницистам в развитии клинических навыков перед посещением обязательных клинических курсов. Тем не менее, когда клиницисты приступают к своей первой клинической практике, они сталкиваются с конфликтом между теоретическим иде-

алом ожидаемой медицинской подготовки и реализмом медицинских условий [18].

Отсутствует наставничество на уровне дипломной подготовки. Было показано, что наставничество является эффективным средством поддержки передачи знаний, необходимых для устранения пробелов в успеваемости студентов. Наставничество повышает уверенность студентов в подготовке к клинической практике и позволяет им задуматься о своём профессиональном развитии.

Материалы и методы

Сбор данных

Это описательное перекрёстное исследование было одобрено Институциональным комитетом по исследованиям и этике (Регистрационный номер: MMU / COR: 403012, ТОМ 6 (01)) Регистрационный номер: 637208). Критериями включения были: студенты клинической медицины из Кенийского медицинского колледжа в кампусе Какамега и Школы клинической медицины Святой Марии на втором и третьем курсах обучения. Размер выборки был заимствован из метода отбора проб Яманэ 1967 года. В исследовании использовалась кластерная выборка для объединения медицинских учебных заведений в Школу клинической медицины Какамега и Школу клинической медицины Святой Марии. Стратифицированная выборка использовалась для выявления подгрупп в целевой популяции; студенты подгрупп; студенты второго и третьего курсов. Инструментом исследования была анкета, разработанная для данного исследования. Данные о порядковых значениях, интервалах и соотношениях предполагалось собирать с помощью вопросников, чтобы применить более эффективный статистический метод. Были разосланы вопросники для оценки используемых имитационных моделей навыков и производительности. В исследовании был принят альфа-коэффициент внутренней согласованности Кронбаха, потому что он более практичен, в нём используются все элементы исследовательского инструмента, и он более удобен по сравнению с другими методами, поскольку требует единого подхода к проведению теста [19]. Пилотное исследование было проведено в КМТС в кампусе Bungoma, поскольку кампус имеет тот же набор студентов и характеристики, что и кампусы в Западном регионе, и использует аналогичную учебную программу. Три независимые переменные (оценка имитационных моделей, восприятие, роль) и зависимая переменная (навыки и производительность) были подвергнуты тестированию на достоверность на уровне 0,8. Достоверность содержания вопросника была подтверждена на основании мнений комиссии из 12 экспертов-преподавателей.

Статистический анализ

Что касается количественных данных, для ввода, очистки, кодирования и анализа данных использовалось программное обеспечение SPSS (статистический пакет для социальных наук) версии 26. Распределение каждой переменной в цели исследования было описано с использованием одномерного анализа, и соответствующий описательный анализ был использован для создания частотных распределений, таблиц и других рисунков, которые использовались для анализа методов диагностики и лечения. Сила связи и любые расхождения между переменной результата и другими независимыми переменными были изучены с помощью двумерного анализа. Существовала корреляция между социально-демографическими показателями и переменными исследования на уровне значимости 0,05. Был проведен двумерный и многомерный анализ переменных и рассчитаны отношения шансов с 95%-м уровнем достоверности.

Результаты

Оценка мультиколлинеарности проводилась с использованием значения допуска и коэффициента инфляции дисперсии (VIF). Значение допуска колеблется от 0 до 1, при этом значение ниже 0,1 ука-

зывает на серьёзную проблему мультиколлинеарности. Статистика VIF является обратной к значению допуска и не имеет определённых точек отсечения, но если значение VIF лежит в диапазоне от 1 до 10, то мультиколлинеарности нет. Если значение VIF меньше 1 или больше 10, то имеет место, что все значения допуска выше 0,5 и ближе к максимальному значению 1, чем к минимальному значению 0, что указывает на отсутствие мультиколлинеарности. С другой стороны, все значения VIF ближе к 1, чем к 10, что указывает на отсутствие коллинеарности и смещения в регрессионной модели.

Для наблюдаемых переменных была рассчитана двумерная корреляция с использованием коэффициента корреляции произведение-момент Пирсона (r). Значения r варьировались между 0 и $\pm$, что указывало на крайние значения отсутствия корреляции и совершенной корреляции соответственно и дополнительно показывало степень существования линейной зависимости между двумя переменными. Результаты показывают сильную положительную корреляцию между переменными исследования. Переменные-предикторы были значимыми на уровне значимости 0,01. Результаты корреляционного анализа представлены в таблице 2.

Таблица 1. Тесты на мультиколлинеарность

Модель		Статистика коллинеарности	
		Толерантность	VIF
1	(Постоянная)		
	Оценка имитируемых моделей	0,991	1,119
	Восприятие	0,991	1,162

Таблица 2. Корреляционный анализ

		Оценка имитационных моделей		Навыки и результативность
			Восприятие	
Оценка имитируемых моделей	Корреляция Пирсона	1	0,094	0,242**
	Знак (двухвалентный)		0,103	0,000
	N	302	302	302
Восприятие	Pearson Correlation	0,094	1	0,479**
	Знак (двухвалентный)	0,103		0,000
	N	302	302	302
Навыки и результативность	Корреляция Пирсона	0,242**	0,479**	1
	Знак (двухвалентный)	0,000	0,000	
	N	302	302	302

** Корреляция значима на уровне 0,01.

Множественные регрессии без замедляющего эффекта для имитационных моделей, используемых для клинического обучения

Для оценки имитационных моделей, используемых в клиническом обучении навыкам и производительности, использовалась множественная регрессия, при которой исследователь использовал сле-

дующую нулевую гипотезу, которая была проверена на уровне значимости 0,05.

H_0 : в клиническом обучении навыкам и производительности не используется никаких имитационных моделей.

Результаты приведены в таблице 3.

Таблица 3а. Краткое описание модели

Модель	R	R Квадрат	Скорректированный R Квадрат	Std. Ошибка оценки
1	0,518 ^a	0,629	0,624	2,017

а. Предикторы: (Постоянные), Восприятие, Оценка имитируемых моделей.

б. Зависимая переменная: Навыки и производительность.

Таблица 3б. ANOVA

Model	Суммы квадратов	df	Средний квадрат	F	Sig.
1 Регрессия	447,195	2	223,597	54,936	0,000 ^b
Остаточный	1216,981	299	4,070		
Итого	1664,175	301			

а. Зависимая переменная: Навыки и производительность.

б. Предикторы: (Постоянные), Восприятие, Оценка имитируемых моделей.

Таблица 3с. Коэффициент регрессии

Модель	Нестандартизованных коэффициентов		Стандартизованные коэффициенты		t	Sig.
	B	Std. ошибка	Бета			
1 (Постоянная)	5,057	0,738			6,851	0,000
Оценки имитационных моделей	0,111	0,028	0,199		4,007	0,000

а. Зависимая переменная: Навыки и производительность.

В таблице 3(а-с) была применена множественная линейная регрессия для оценки имитационных моделей, используемых в клиническом обучении навыкам и производительности. Все допущения регрессионного анализа были выполнены, за исключением допущения об автокорреляции между остатками. Общая модель объясняет 62,9% различий в навыках и производительности, и она была значительно полезна для объяснения навыков и производительности, $F(2, 299) = 540936$, $p < 0005$. При увеличении количества имитационных моделей на одну единицу навыки и производительность увеличиваются на $t(299) = 4,0077$. Следовательно, при 5%-м уровне значимости нулевая гипотеза была отклонена, и мы пришли к выводу, что ситуационная модель приемлема.

Множественные регрессии с замедляющим эффектом для имитационных моделей, используемых для клинического обучения

H_0 : в клиническом обучении навыкам и производительности не используются имитационные модели.

В таблице 4 (а-с) показано, что при включении эффекта взаимодействия супервизии и образовательных практик во взаимосвязи имитационных моделей, используемых в клиническом обучении, с навыками и производительностью, множественная линейная регрессия была применена для объяснения имитационных моделей навыков и производительности, использующих надзор и образовательные практики в качестве промежуточной/сдерживающей переменной. Все допущения регрессионного анализа были выполнены, за исключением предположения об автокорреляции

между остатками. Результаты в сводке модели показывают, что «Изменение квадрата R» модели увеличилось в вариации в результате добавления члена взаимодействия, т.е. на 8,4% (т.е. на 0,084), что представляет собой процентное увеличение вариации, объясняемое добавлением члена взаимодействия. Дальнейшие результаты показывают, что это увеличение является статистически значимым ($p < 0,05$). Следовательно, мы можем заключить, что методы супервизии и обучения умеряют навыки, производительность и имитационные модели. Далее, хотя можно было бы сделать еще более точный прогноз относительно навыков и производительности (коэффициент $F > 1$) с учетом эффекта взаимодействия (контроль и образовательные практики), эта точность снизилась, т.е. коэффициент F снизился с 18,716 до 16,600. Наконец, модель b, имела р-значение 0,00 и 0,158 для эффекта взаимодействия (супервизия и образовательные практики соответственно), которое показывает, что нулевая гипотеза об отсутствии сдерживающего эффекта супервизии на связь между навыками и производительностью и имитационными моделями была отклонена для наблюдения, поскольку значение р (значение sig в таблице коэффициентов регрессии) было меньше уровня значимости исследования, т.е. 0,05. Нулевая гипотеза об отсутствии сдерживающего влияния образовательных практик на связь между навыками и производительностью и имитационными моделями была принята для образовательных практик, поскольку р-значение (значение sig в таблице коэффициентов регрессии) было больше уровня значимости исследования, т.е. 0,05.

Таблица 4а. Краткое описание модели

Модель	R	Скорректированный		Std. Ошибка оценки	R Квadrата изменения	Статистики изменения			
		R Квadrат	R Квadrат			F	изменения	df1	df2
1	0,242 ^a	0,059	0,056	2,285	0,059	18,716	1	300	0,000
2	0,378 ^b	0,143	0,135	2,187	0,084	14,688	2	298	0,000

а. Предикторы: (Постоянные), Оценка имитационных моделей.
б. Предикторы: (постоянные), Оценка имитируемых моделей, надзор, образовательные практики.
и т.д. Зависимая переменная: навыки и производительность.

Таблица 4б. ANOVA

Модель		Суммы квадратов	df	Среднеквадратичного	значения	F
1	Регрессия	97,727	1	97,727	18,716	0,000 ^б
	Остаточный	1566,448	300	5,221		
	Всего	1664,175	301			
2	Регрессия	238,284	3	79,428	16,600	0,000 ^с
	Остаточный	1425,891	298	4,785		
	Всего	1664,175	301			

а. Зависимая переменная: навыки и производительность
б. Предикторы: (постоянные), оценка имитационных моделей
с. Предикторы: (Постоянные), Оценка имитируемых моделей, Супервизия, Образовательные практики

Таблица 4с. Коэффициенты регрессии

Модель	Нестандартизован- ные коэффициенты		Стандартизован- ные коэффициенты		t	Sig.	95,0% Доверительный интервал для В		Статистики коллинеарности	
	B	Std. Ошибка	Бета				нижняя граница	верхняя граница	Толерантность	VIF
1 (Постоянный) Оценка имитационных моделей	10,341	0,531		19,483	0,000	9,297	11,386			
	0,135	0,031	0,242	4,326	0,000	0,073	0,196		1,000	1,000
2 (Постоянная) Оценка имитационных моделей Надзор Образовательных практик	6,508	0,885		7,356	0,000	4,767	8,250			
	0,039	0,041	0,071	0,966	0,335	-0,041	0,119		0,539	1,856
	0,357	0,067	0,309	5,349	0,000	0,226	0,488		0,862	1,160
	0,079	0,056	0,098	1,417	0,158	-0,031	0,190		0,605	1,654

Зависимая переменная: навыки и успеваемость.

Заключение

Разнообразие имитационных моделей, используемых в клиническом обучении, зависит от ситуаций, содержания курса и уровня обучаемых. Это означает, что клинические наставники могут использовать одну или несколько моделей для поддержки обучения студентов. Эти модели, определённые [20], включают: обучение на практике, когда клинические наставники вовлечены в выполнение задач в реальных условиях; обучение на основе поддержки, когда подкрепление студентов и предоставление им обратной связи повысят их ответственность за обучение; обучение на основе подражания, когда клинические наставники считают, что быть образцом для подражания в клиническом образовании – наиболее эффективный и правильный способ передачи профессионального опы-

та и установок; обучение на основе создания контекста обучения, который включает создание подходящего сценария и хороших условий для обучения; обучение на основе мониторинга, когда клинические наставники постоянно отслеживают качества студентов.

Согласно результатам исследования, включение эффекта взаимодействия супервизии и образовательных практик в имитационные модели взаимосвязи, используемые в клиническом обучении, с навыками и производительностью, дало положительный результат. Таким образом, это говорит о том, что комбинированный подход наставничества и посещения студентами отделений является наиболее подходящим методом для будущего медицинского образования.

Литература [References]

1 Mbindyo P, Blaauw D, English M. The role of Clinical Officers in the Kenyan health system: A question of perspective. *Hum Resour Health*. 2013;11(1):1-11.
2 Muthathi IS, Thurling CH, Armstrong SJ. Through the eyes of the student: Best practices in clinical facilitation. *Curationis*. 2017;40(1):1-8.
3 Nordquist J, Hall J, Caverzagie K, Snell L, Chan M ka, Thoma B, et al. The clinical learning environment. *Med Teach [Internet]*. 2019;41(4):366-72. <https://doi.org/10.1080/0142159X.2019.1566601>

- 4 Varras M, Nikiteas N, Varra V, Varra F, Georgiou E, Loukas C. Role of laparoscopic simulators in the development and assessment of laparoscopic surgical skills in laparoscopic surgery and gynecology (Review). *World Acad Sci J.* 2020;65-76.
- 5 Oxidases A coa, Vanhooren JCT, Baumgart E, Fransen M, Mannaerts GUYP, Veldhoven PPVAN, et al. PDFlib PLOP : PDF Linearization , Optimization , Protection Page inserted by evaluation version Mammalian Peroxisomal. *Blackwell Publishing.* 2004;6:129-164.
- 6 Tuttle N, Horan SA. The effect of replacing 1 week of content teaching with an intensive simulation- based learning activity on physiotherapy student clinical placement performance. *Advances in Simulation [Internet].* 2019;4(Suppl 1):1-8. <http://dx.doi.org/10.1186/s41077-019-0095-8>
- 7 Walsh CM, Scaffidi MA, Khan R, Arora A, Gimpaya N, Lin P, et al. Non-technical skills curriculum incorporating simulation-based training improves performance in colonoscopy among novice endoscopists: Randomized controlled trial. *Digestive Endoscopy.* 2020;32(6):940-8.
- 8 Khobrani A, Patel NH, George RL, McNinch NL, Ahmed RA. Pediatric Trauma Boot Camp: A Simulation Curriculum and Pilot Study. *Emerg Med Int.* 2018;2018:1-8.
- 9 Willi B, Piquette D, Mema B. Mastery in Simulation in Critical Care before Transitioning to Practice. Are There Drawbacks? *ATS Sch.* 2020;1(3):205-10.
- 10 Zante B, Schefold JC. Simulation training for emergency skills: effects on ICU fellows' performance and supervision levels. *BMC Med Educ.* 2020;20(1):1-8.
- 11 Hardie P, Donnelly P, Greene E, McHugh A, Coveney K, Murray B, et al. The application of reusable learning objects (RLOs) in preparation for a simulation laboratory in medication management: An evaluative study. *Teaching and Learning in Nursing.* 2021;000:1-8.
- 12 Bradshaw A. What is a nurse? The Francis report and the historic voice of nursing. *Nurs Inq.* 2017;24(4).
- 13 Caeiro S, Hamón LAS, Martins R, Aldaz CEB. Sustainability assessment and benchmarking in higher education institutions-a critical reflection. *Sustainability (Switzerland).* 2020;12(2):1-30.
- 14 Lee S, Hwang C, Moon MJ. Policy learning and crisis policy-making: quadruple-loop learning and COVID-19 responses in South Korea. *Policy Soc.* 2020;39(3):363-81.
- 15 Vuurberg G, Vos JAM, Christoph LH, de Vos R. The effectiveness of interprofessional classroom-based education in medical curricula: A systematic review. *J Interprof Educ Pract.* 2019;15(May 2018):157-67.
- 16 Yang LY, Yang YY, Huang CC, Liang JF, Lee FY, Cheng HM, et al. Simulation-based inter-professional education to improve attitudes towards collaborative practice: A prospective comparative pilot study in a Chinese medical centre. *BMJ Open.* 2017;7(11):1-11.
- 17 Capelli C, Sauvage E, Giusti G, Bosi GM, Ntsinjana H, Carminati M, et al. Patient-specific simulations for planning treatment in congenital heart disease. *Interface Focus.* 2018;8(1).
- 18 Ariko P. Assesment of infrastructural related factors influencing pre- service skills laboratory training program in bomet kenya medical assesment of infrastructural related factors influencing pre- service skills laboratory training program in bomet kenya medical. 2018;3(2):59-76.
- 19 Tavakol M, Dennick R. Making sense of Cronbach's alpha. *International journal of medical education.* 2011;2:53-55.
- 20 Nyamu P, Gatere PR, Kithinji WK. Evaluation of Utilization of Simulation as a Teaching and Learning Strategy at Kenya Medical Training College. *Nairobi.* 2018;2(5):12-28.

Author's reference

Mr Benjamin Koroboi Wamalwa

Department of Health Professions Education, Masinde Muliro University of Science and Technology.

ORCID 0000-0003-1822-6633; bwamalwa@kafu.ac.ke

Author's contribution: research planning, task analysis.

Prof. Gladys J. Mengich

Associate Professor, Department of Health Professions Education, Masinde Muliro University of Science and Technology.

ORCID 0000-0003-3966-5854.

Author's contribution: problem statement, analytical planning.

Dr. David K. Kaniaru

Chair of Departent, Department of Health Professions Education, Masinde Muliro University of Science and Technology.

ORCID 0000-0002-9346-3842.

Author's contribution: analysis and discussion of results, preparation of conclusions.

Dr. Harun K. Chemjor

Senior Lecturer, Department of Health Professions Education, Masinde Muliro University of Science and Technology.

ORCID 0000-0003-1822-6633.

Author's contribution: analysis and discussion of results, preparation of conclusions.

Dr. Drinold A. Mbete

Lecturer, Department of Mathematics, Masinde Muliro University of Science and Technology.

ORCID 0000-0002-3975-2141.

Author's contribution: statistical analysis and mathematical processing of results.

Авторская справка

Г-н Бенджамин Коробой Вамальва

Департамент профессионального образования в области здравоохранения, Университет науки и технологии Масинде Мулиро.

ORCID 0000-0003-1822-6633; bwamalwa@kafu.ac.ke

Вклад автора: планирование исследования, анализ задачи.

Профессор Глэдис Дж. Менгич

Доцент кафедры медицинского образования, Университет науки и технологии Масинде Мулиро.

ORCID 0000-0003-3966-5854.

Вклад автора: постановка задачи, аналитическое планирование.

Доктор Дэвид К. Каниару

Заведующий кафедрой, Департамент профессионального образования в области здравоохранения, Университет науки и технологии Масинде Мулиро.

ORCID 0000-0002-9346-3842.

Вклад автора: анализ и обсуждение результатов, подготовка выводов.

Доктор Харун К. Чемджор

Старший преподаватель кафедры профессионального образования в области здравоохранения, Университет науки и технологии Масинде Мулиро.

ORCID 0000-0003-1822-6633.

Вклад автора: анализ и обсуждение результатов, подготовка выводов.

Доктор Дринольд А. Мбете

Преподаватель математического факультета, Университет науки и технологии Масинде Мулиро.

ORCID 0000-0002-3975-2141.

Вклад автора: статистический анализ и математическая обработка результатов.

ВОПРОСЫ СТОМАТОЛОГИИ

DENTAL HEALTH

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ
<https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2024.1.DENT.1>

ORIGINAL ARTICLE
УДК 616.314-77-085.46

ВЕРОЯТНОСТЬ ОСЛОЖНЕНИЙ ПРИ СЪЁМНЫХ ЗУБНЫХ ПРОТЕЗАХ С НАНОЧАСТИЦАМИ СЕРЕБРА

Н.А. Панахов, Г.А. Ниязова

Азербайджанский медицинский университет, ул. Бакиханова, д. 23, г. Баку, Азербайджанская Республика

Резюме. *Актуальность.* Изучение возникающих осложнений при ортопедическом лечении пациентов с использованием различных конструкций съёмных зубных протезов является одной из актуальных тем. В этой связи в настоящее время широко исследуются наночастицы серебра из-за их широкого спектра действия и физико-химических свойств. *Цель:* определить частоту осложнений у пациентов со съёмными акриловыми протезными конструкциями с включёнными наночастицами серебра в зависимости от видов и локализации протезов. *Объект и методы.* Обследовано 58 пациентов (средний возраст $60,6 \pm 3,14$ года) с частичной и полной адентией. Состояние слизистой оболочки рта оценивали по классификации Суппле, беззубую верхнюю челюсть – по классификации Шредера, беззубую нижнюю челюсть – по классификации Кллера. Использованы протезы, изготовленные на основе акриловой пластмассы Фторакс. В акриловый полимер вводили 0,01–0,03 мас.% нанокристаллическое серебро. *Заключение.* Наиболее частые осложнения: потеря удержания протеза, дискомфорт и боль, связанные с последующими изъязвлениями. При определении шанса возникновения осложнения в зависимости от типа протеза значимых различий не выявлено.

Ключевые слова: съёмные протезы, акрил, наночастицы серебра, осложнения, отношение шансов.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование проводилось без спонсорской поддержки.

Соответствие нормам этики. Авторы подтверждают, что соблюдены права людей, принимавших участие в исследовании, включая получение информированного согласия в тех случаях, когда оно необходимо.

Для цитирования: Панахов Н.А., Ниязова Г.А. Вероятность осложнений при съёмных зубных протезах с наночастицами серебра. *Вестник медицинского института «РЕАВИЗ». Реабилитация, Врач и Здоровье.* 2024;14(1):144-152. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2024.1.DENT.1>

THE LIKELIHOOD OF COMPLICATIONS WITH REMOVABLE DENTURES WITH SILVER NANOPARTICLES

Nazim A. Panakhov, Gyunel'A. Niyazova

Azerbaijan Medical University, 23, Bakikhanov str., Baku, Republic of Azerbaijan

Abstract. *Relevance.* The study of emerging complications in the orthopedic treatment of patients using various designs of removable dentures is one of the relevant topics. In this regard, silver nanoparticles are currently being widely studied, due to their wide spectrum of action and physico-chemical properties. *Objective:* to determine the frequency of complications in patients with removable acrylic prosthetic structures with silver nanoparticles included, depending on the types and localization of prostheses. *Object and methods.* 58 patients (mean age 60.6 ± 3.14 years) with partial and complete adentia were examined. The condition of the oral mucosa was assessed according to the Supple classification, the toothless upper jaw – according to the Schroeder classification, the toothless lower jaw – according to the Keller classification. Prostheses made on the basis of acrylic plastic Fluorax were used. 0.01–0.03 wt was injected into the acrylic polymer.% nanocrystalline silver. *Conclusion.* The most common complications are: loss of retention of the prosthesis, discomfort and pain associated with subsequent ulceration. There were no significant differences in determining the chance of complications depending on the type of prosthesis.

Key words: removable dentures, acrylic, silver nanoparticles, complications, odds ratio.

Competing interests. The authors declare no competing interests.

Funding. This research received no external funding.

Compliance with ethical principles. The authors confirm that they respect the rights of the people participated in the study, including obtaining informed consent when it is necessary.

Cite as: Panakhov N.A., Niyazova G.A. The likelihood of complications with removable dentures with silver nanoparticles. *Bulletin of the Medical Institute "REAVIZ". Rehabilitation, Doctor and Health.* 2024;14(1):144-152. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2024.1.DENT.1>

Введение

Изучение возникающих осложнений при ортопедическом лечении пациентов с использованием различных конструкций съёмных зубных протезов является одной из актуальных проблем в ортопедической стоматологии [1]. Обычно используют акриловые зубные протезы [2-4]. Однако при использовании съёмных протезов из мономерной акриловой пластмассы часто наблюдаются изменения слизистой оболочки протезного ложа воспалительного характера, связанные с воздействием микроорганизмов, содержащихся на поверхности базисов протезов, а также токсико-аллергическим воздействием материала базиса протеза. В настоящее время широко исследуются наночастицы серебра из-за их широкого спектра действия и физико-химических свойств. Наночастицы серебра могут увеличить прочность на изгиб и модуль упругости акриловой смолы. Кроме того, они могут увеличить теплопроводность и прочность на сжатие акриловой основы [5, 6].

Рекомендуется проводить тщательные исследования изменений слизистой оболочки, уделяя особое внимание биосовместимости.

Цель исследования: определить частоту осложнений у пациентов со съёмными акриловыми протезными конструкциями с включёнными наночастицами серебра в зависимости от видов и локализации протезов.

Объект и методы

В исследовании приняли участие 58 пациентов (средний возраст $60,6 \pm 3,14$ года) с частичной и полной адентией. Пациенты выразили согласие в письменной форме на участие. При проведении исследования соблюдены принципы Хельсинкской декларации Всемирной Медицинской Ассоциации. Критериями включения были: пациенты с частичным или полным съёмным стоматологическим протезом на верхней и/или нижней челюсти; съёмные акриловые стоматологические протезы. Критерии исключения: пациенты, которые не могли точно описать свои жалобы; пациенты с заболеваниями слизистой оболочки рта и тяжёлым сопутствующим соматическим заболеванием.

В процессе исследования собраны жалобы, осмотрена слизистая оболочка. Состояние слизистой оболочки рта оценивали по классификации Суппле, беззубую верхнюю челюсть – по классификации Шредера, беззубую нижнюю челюсть – по классификации Келлера. Для лечения были исполь-

зованы протезы, изготовленные на основе акриловой пластмассы Фторакс (АО СТОМА, Украина). При изготовлении протезов в акриловый полимер вводили 0,01–0,03 мас.% нанокристаллическое серебро, которое равномерно распределяли. Исходя из размеров наночастиц получали нужную концентрацию серебра, для чего рассчитывали объём раствора коллоидного серебра. Затем полимер с введёнными наночастицами серебра перемешивали и сушили до полного испарения воды. После этого полимер с серебром соединяли с мономером, проводили прессование и полимеризацию. Пациенты находились под наблюдением 3 года.

Для статистического анализа результатов использовалось программное обеспечение Statistica version 16.0 for MS Windows (США) с вычислением средней арифметической, стандартного отклонения среднего, критерия χ^2 . Для определения вероятности возникновения осложнения в зависимости от варианта съёмного процесса рассчитывали отношение шансов с 95% доверительным интервалом (OR – odds ratio). Значения $p < 0,05$ считались статистически значимыми.

Результаты исследования

Пациентам установлено всего 79 съёмных акриловых протезов с наночастицами серебра. Полных протезов – 52 (65,8%), из которых на верхней челюсти установлено 28 (34,5%), на нижней челюсти – 24 (30,4%). Частичных протезов всего было 27 (34,2%), из которых по 9 (11,4%) протезов на верхней и нижней челюсти, а также полные частичные протезы соответственно. По классификации Суппле 1 класс встречался у 26 (44,8%) пациентов, 2 класс – у 21 (36,2%) и 3 класс – у 11 (19,0%) пациентов.

По классификации Шредера 1-й тип встречался в 33,3% случаев, 2-й – в 59,3% и 3-й тип – в 7,4% случаев. На нижней челюсти по классификации Келлера 1-й тип был у 29,2%, 2-й тип – у 50,0%, 3-й и 4-й тип – у 16,7% и 4,2% пациентов соответственно.

Среди пациентов чаще отмечалось раздражение или изъязвление слизистой оболочки рта (15,8%). На плохую стабилизацию протеза указывали 12,1% пациентов. Боль и дискомфорт отметили одинаковое число пациентов – по 13,8% (табл. 1).

При полной утрате зубов на верхней и нижней челюсти из 37 пациентов у 7 пациентов наблюдалось одно осложнение и у 21 пациентов – два осложнения; в остальных группах у пациентов наблюдалось одно осложнение (табл. 2).

Таблица 1. Частота осложнений у пациентов со съёмными акриловыми протезами с наночастицами серебра (n = 58)**Table 1.** The incidence of complications in patients with removable acrylic prostheses with silver nanoparticles (n = 58)

Осложнения	Абсолютное число	%
Неудержание протеза	7	12,1
Раздражение или изъязвление слизистой оболочки	9	15,5
Дискомфорт	8	13,8
Боль	8	13,8
Потеря искусственных зубов	5	8,6
Перелом основания протеза	2	3,4
Протезный стоматит	2	3,4
Травматический пародонтит	1	1,7
Нарушение дикции	5	8,6

Таблица 2. Частота встречаемости осложнений у пациентов со съёмными акриловыми протезами с наночастицами серебра различной локализации**Table 2.** Incidence of complications in patients with removable acrylic prostheses with silver nanoparticles of various localization

Осложнения	Съёмный протез при полной утрате зубов на верхней и нижней челюсти (n = 37)		Съёмный протез при полной утрате зубов на верхней челюсти и съёмный протез при частичной утрате на нижней челюсти (n = 7)		Съёмный протез при частичной утрате зубов на верхней челюсти и съёмный протез при полной утрате зубов на нижней челюсти (n = 7)		Съёмный протез при частичной утрате зубов на верхней и нижней челюсти (n = 7)	
	Абс. зн.	%	Абс. зн.	%	Абс. зн.	%	Абс. зн.	%
Неудержание протеза	6	16,2	1	14,3	-	-	-	-
Раздражение или изъязвление слизистой оболочки	5	13,5	1	14,3	2	28,6	1	14,3
Дискомфорт	5	13,5	1	14,3	1	14,3	1	14,3
Боль	4	10,8	1	14,3	1	14,3	2	28,6
Потеря искусственных зубов	3	8,1	1	14,3	-	-	1	14,3
Перелом основания протеза	-	-	1	14,3	1	14,3	-	-
Протезный стоматит	2	5,4	-	-	-	-	-	-
Травматический пародонтит	1	2,7	-	-	-	-	-	-
Нарушение дикции	2	5,4	1	14,3	1	14,3	1	14,3

Как видно из таблицы 2, из 47 пациентов с осложнениями одно осложнение отмечалось у 26 (55,3%) пациентов, по два осложнения зарегистрированы у 21 (44,7%) человека, причём лишь в группе пациентов со съёмным протезом с наночастица-

ми серебра при полной утрате зубов на верхней и нижней челюсти.

В процессе исследования были определены наличие или отсутствие различий между частотой осложнений и видами протезов (табл. 3).

Таблица 3. Статистические показатели различий осложнений у пациентов с различным вариантом съёмных акриловых протезов с наночастицами серебра**Table 3.** Statistical indicators of differences in complications in patients with different versions of removable acrylic prostheses with silver nanoparticles

Осложнение	Сопоставимые группы пациентов		χ^2	p
Неудержание протеза	Съёмный протез при полной утрате зубов на верхней и нижней челюсти	Съёмный протез при полной утрате зубов на верхней челюсти и съёмный протез при частичной утрате на нижней челюсти	0,016	0,899
Раздражение или изъязвление слизистой оболочки	Съёмный протез при полной утрате зубов на верхней и нижней челюсти	Съёмный протез при полной утрате зубов на верхней челюсти и съёмный протез при частичной утрате зубов на нижней челюсти	0,003	0,957
		Съёмный протез при частичной утрате зубов на верхней челюсти и съёмный протез при полной утрате зубов на нижней челюсти	0,998	0,318
		Съёмный протез при частичной утрате зубов на верхней и нижней челюсти	0,003	0,957
	Съёмный протез при полной утрате зубов на верхней челюсти и съёмный протез при частичной утрате зубов на нижней челюсти	Съёмный протез при частичной утрате зубов на верхней челюсти и съёмный протез при полной утрате зубов на нижней челюсти	0,424	0,515
		Съёмный протез при частичной утрате зубов на верхней и нижней челюсти	0,000	1,000
	Съёмный протез при частичной утрате зубов на верхней челюсти и съёмный протез при полной утрате зубов на нижней челюсти	Съёмный протез при частичной утрате зубов на верхней и нижней челюсти	0,424	0,515

147

Нами измерена теснота взаимосвязи возникших осложнений со съёмными протезами при полной и частичной утрате зубов (табл. 4).

Table 4. Statistical indicators of the risk of complications in patients with removable acrylic prostheses with silver particles included, depending on the types and localization of prostheses

148

Группы пациентов	Шанс найти осложнение в группе	Отношение шансов (OR)	Стандартная ошибка (SE)	Нижняя граница 95% ДИ (CI)	Верхняя граница 95% ДИ (CI)	p
Боль						
Съёмный протез при полной утрате зубов на верхней и нижней челюсти	0,121	0,727	1,203	0,069	7,685	> 0,05
Съёмный протез при полной утрате зубов на верхней челюсти и съёмный протез при частичной утрате зубов на нижней челюсти	0,167					
Съёмный протез при частичной утрате зубов на верхней челюсти и съёмный протез при полной утрате зубов на нижней челюсти	0,167	0,727	1,203	0,069	7,685	> 0,05
Съёмный протез при частичной утрате зубов на верхней и нижней челюсти	0,400	0,303	0,990	0,044	2,110	> 0,05
Съёмный протез при полной утрате зубов на верхней челюсти и съёмный протез при частичной утрате зубов на нижней челюсти	0,167	1,000	1,528	0,050	19,964	> 0,05
Съёмный протез при частичной утрате зубов на верхней челюсти и съёмный протез при полной утрате зубов на нижней челюсти	0,167	0,417	1,366	0,029	6,064	> 0,05
Съёмный протез при частичной утрате зубов на верхней и нижней челюсти	0,400					
Съёмный протез при частичной утрате зубов на верхней челюсти и съёмный протез при полной утрате зубов на нижней челюсти	0,167	0,417	1,366	0,029	6,064	> 0,05
Съёмный протез при частичной утрате зубов на верхней и нижней челюсти	0,400					
Потеря искусственных зубов						
Съёмный протез при полной утрате зубов на верхней и нижней челюсти	0,088	0,529	1,237	0,047	5,977	> 0,05
Съёмный протез при полной утрате зубов на верхней челюсти и съёмный протез при частичной утрате зубов на нижней челюсти	0,167					
Съёмный протез при частичной утрате зубов на верхней и нижней челюсти	0,167	0,529	1,237	0,047	5,977	> 0,05
Съёмный протез при полной утрате зубов на верхней челюсти и съёмный протез при частичной утрате зубов на нижней челюсти	0,167	1,000	1,528	0,050	19,964	> 0,05
Съёмный протез при частичной утрате зубов на верхней и нижней челюсти	0,167					
Перелом основания протеза						
Съёмный протез при полной утрате зубов на верхней челюсти и съёмный протез при частичной утрате зубов на нижней челюсти	0,167	1,000	1,528	0,050	19,964	> 0,05
Съёмный протез при частичной утрате зубов на верхней челюсти и съёмный протез при полной утрате зубов на нижней челюсти	0,167					
Нарушение дикции						
Съёмный протез при полной утрате зубов на верхней и нижней челюсти	0,057	0,343	1,302	0,027	4,400	> 0,05
Съёмный протез при полной утрате зубов на верхней челюсти и съёмный протез при частичной утрате зубов на нижней челюсти	0,167					
Съёмный протез при частичной утрате зубов на верхней челюсти и съёмный протез при полной утрате зубов на нижней челюсти	0,167	0,343	1,302	0,027	4,400	> 0,05
Съёмный протез при частичной утрате зубов на верхней и нижней челюсти	0,167	0,343	1,302	0,027	4,400	> 0,05
Съёмный протез при полной утрате зубов на верхней челюсти и съёмный протез при частичной утрате зубов на нижней челюсти	0,167	1,000	1,528	0,050	19,964	> 0,05
Съёмный протез при частичной утрате зубов на верхней челюсти и съёмный протез при полной утрате зубов на нижней челюсти	0,167	1,000	1,528	0,050	19,964	> 0,05
Съёмный протез при частичной утрате зубов на верхней и нижней челюсти	0,167					
Съёмный протез при частичной утрате зубов на верхней и нижней челюсти	0,167	1,000	1,528	0,050	19,964	> 0,05
Съёмный протез при частичной утрате зубов на верхней челюсти и съёмный протез при полной утрате зубов на нижней челюсти	0,167	1,000	1,528	0,050	19,964	> 0,05
Съёмный протез при частичной утрате зубов на верхней и нижней челюсти	0,167					

Примечание: OR – odds ratio; SE – standard error; CI – confidence interval.

Из данных таблицы 4 следует, что шанс обнаружить неудержание протеза больше в группе пациентов со съёмным акриловым протезом с наночастицами серебра при полной утрате зубов на верхней и нижней челюсти в сравнении с группой пациентов со съёмным протезом при полной утрате зубов на верхней челюсти и съёмным протезом при частичной утрате зубов на нижней челюсти ($OR = 1,161$; 95% ДИ 0,118-11,473; $p > 0,05$). При оценке связи раздражения или изъязвления слизистой оболочки между пациентами со съёмным акриловым протезом с наночастицами серебра при полной утрате зубов на верхней и нижней челюсти в сравнении с группой пациентов со съёмным протезом при полной утрате зубов на верхней челюсти и съёмным протезом при частичной утрате зубов на нижней челюсти, а также с группой пациентов со съёмным протезом при частичной утрате зубов на верхней и нижней челюсти шанс обнаружения этого осложнения был соответственно низким и статистически незначимым ($OR = 0,938$; 95% ДИ 0,092-9,515; $p > 0,05$). При сравнении группы пациентов со съёмным акриловым протезом с наночастицами серебра при полной утрате зубов на верхней и нижней челюсти с группой пациентами со съёмным протезом при частичной утрате зубов на верхней челюсти и съёмным протезом при полной утрате зубов на нижней челюсти шанс обнаружения этого осложнения был невысоким ($OR = 0,391$, 95% ДИ 0,059-2,589; $p > 0,05$). Сравнительный анализ показал, что шанс обнаружения изъязвления слизистой оболочки между группой со съёмным протезом при полной утрате зубов на верхней челюсти и съёмным протезом при частичной утрате зубов на нижней челюсти и группой со съёмным протезом при частичной утрате зубов на верхней челюсти и съёмным протезом при полной утрате зубов на нижней челюсти составил $OR = 0,417$ (95% ДИ 0,029-6,064; $p > 0,05$), а с группой пациентов со съёмным протезом при частичной утрате зубов на верхней и нижней челюсти - $OR = 1,000$ (95% ДИ 0,050-19,964; $p > 0,05$), т.е. в этом случае шанс обнаружения изъязвления слизистой оболочки был больше в группе пациентов со съёмным протезом при частичной утрате зубов на верхней и нижней челюсти. Шанс обнаружения этого осложнения между группами пациентов со съёмным протезом при полной утрате зубов на верхней челюсти и съёмным протезом при частичной утрате зубов на нижней челюсти и пациентами со съёмным протезом при частичной утрате зубов на верхней и нижней челюсти был выше у пациентов со съёмным протезом при полной утрате зубов на верхней челюсти и съёмным протезом при частичной утрате зубов на нижней челюсти ($OR = 2,400$, 95% ДИ 0,165-34,930; $p > 0,05$). Шанс обнаружения дис-

комфорта между группами пациентов со съёмными протезами при полной утрате зубов на верхней и нижней челюсти со съёмным протезом при полной утрате зубов на верхней челюсти и съёмным протезом при частичной утрате зубов на нижней челюсти, а также со съёмным протезом при частичной утрате зубов на верхней челюсти и съёмным протезом при полной утрате зубов на нижней челюсти, а также со съёмным протезом при частичной утрате зубов на верхней и нижней челюсти больше был у пациентов со съёмными протезами при полной утрате зубов на верхней и нижней челюсти, о чем свидетельствовал показатель $OR = 0,938$ (95% ДИ 0,092-9,515; $p > 0,05$) соответственно. Между группами пациентов со съёмным протезом при полной утрате зубов на верхней челюсти и съёмным протезом при частичной утрате зубов на нижней челюсти и пациентов со съёмным протезом при частичной утрате зубов на верхней и нижней челюсти, а также пациентов со съёмным протезом при частичной утрате зубов на верхней и нижней челюсти различия отсутствовали ($OR = 1,000$; 95% ДИ 0,050-19,964; $p > 0,05$). Также различия отсутствовали между группами пациентов со съёмным протезом при частичной утрате зубов на верхней челюсти и съёмным протезом при полной утрате зубов на нижней челюсти и пациентов со съёмным протезом при частичной утрате зубов на верхней и нижней челюсти ($OR = 1,000$; 95% ДИ 0,050-19,964; $p > 0,05$). При сравнении групп пациентов со съёмным протезом при полной утрате зубов на верхней и нижней челюсти и пациентов со съёмным протезом при полной утрате зубов на верхней челюсти и съёмным протезом при частичной утрате зубов на нижней челюсти шанс появления боли больше у пациентов со съёмным протезом при полной утрате зубов на верхней челюсти и съёмным протезом при частичной утрате зубов на нижней челюсти ($OR = 0,727$; 95% ДИ 0,069-7,685; $p > 0,05$). Аналогичное наблюдалось при сравнении групп пациентов со съёмным протезом при полной утрате зубов на верхней и нижней челюсти и пациентов со съёмным протезом при частичной утрате зубов на верхней челюсти и съёмным протезом при полной утрате зубов на нижней челюсти ($OR = 0,727$; 95% ДИ 0,069-7,685; $p > 0,05$). Также шанс появления боли был больше у пациентов со съёмным протезом при частичной утрате зубов на верхней и нижней челюсти при сравнении с пациентами со съёмным протезом при полной утрате зубов на верхней и нижней челюсти. Между группами пациентов со съёмным протезом при полной утрате зубов на верхней челюсти и съёмным протезом при частичной утрате зубов на нижней челюсти и съёмным протезом при частичной утрате зубов на верхней челюсти и съёмным протезом при полной утрате зубов на нижней че

люсти шансы не различались ($OR = 0,000$; 95% ДИ 0,050-19,964; $p > 0,05$). При сравнении групп пациентов со съёмным протезом при полной утрате зубов на верхней и нижней челюсти и пациентов со съёмным протезом при частичной утрате зубов на верхней и нижней челюсти шанс появления боли был больше пациентов со съёмным протезом при частичной утрате зубов на верхней и нижней челюсти ($OR = 0,417$; 95% ДИ 0,029-6,064; $p > 0,05$). Идентичный показатель OR определен при сравнении групп пациентов со съёмным протезом при частичной утрате зубов на верхней челюсти и съёмным протезом при полной утрате зубов на нижней челюсти и группой пациентов со съёмным протезом при частичной утрате зубов на верхней и нижней челюсти. Между группами пациентов со съёмным протезом при полной утрате зубов на верхней и нижней челюсти и со съёмным протезом при полной утрате зубов на верхней челюсти и съёмным протезом при частичной утрате зубов на нижней челюсти, а также со съёмным протезом при частичной утрате зубов на верхней и нижней челюсти шанс обнаружения потери искусственных зубов был больше у пациентов со съёмным протезом при полной утрате зубов на верхней челюсти + съёмным протезом при частичной утрате зубов на нижней челюсти и у пациентов со съёмным протезом при частичной утрате зубов на верхней и нижней челюсти ($OR = 0,529$; 95% ДИ 0,047-5,977; $p > 0,05$). Между группами пациентов со съёмным протезом при полной утрате зубов на верхней челюсти и съёмным протезом при частичной утрате зубов на нижней челюсти и пациентов со съёмным протезом при частичной утрате зубов на верхней и нижней челюсти шансы обнаружения этого осложнения в этих группах были равны ($OR = 1,000$; 95% ДИ 0,050-19,964; $p > 0,05$). Согласно проведенному анализу, нарушение произношения встречалось во всех группах пациентов с разной локализацией протезов. Расчет отношения шансов показал, что между группами пациентов со съёмным протезом при полной утрате зубов на верхней и нижней челюсти и пациентов со съёмным протезом при полной утрате зубов на верхней челюсти и съёмным протезом при частичной утрате зубов на нижней челюсти шанс обнаружения этого осложнения был больше у последних ($OR = 0,343$; 95% ДИ 0,027-4,400; $p > 0,05$). Аналогичное определялось и между группами пациентов со съёмным протезом при полной утрате зубов на верхней и нижней челюсти и группой пациентов со съёмным протезом при частичной утрате зубов на верхней челюсти и съёмным протезом при полной утрате зубов на нижней челюсти, а также группой пациентов со съёмным протезом при частичной утрате зубов на верхней и нижней челюсти ($OR = 0,343$; 95% ДИ 0,027-4,400; $p > 0,05$). Шанс

обнаружения нарушения произношения не отличался между группами пациентов со съёмным протезом при полной утрате зубов на верхней челюсти + съёмным протезом при частичной утрате зубов на нижней челюсти и пациентов со съёмным протезом при частичной утрате зубов на верхней челюсти + съёмным протезом при полной утрате зубов на нижней челюсти, а также пациентов со съёмным протезом при частичной утрате зубов на верхней и нижней челюсти ($OR = 1,000$; 95% ДИ 0,050-19,964; $p > 0,05$). Аналогичный показатель отношения шансов ($OR = 1,000$; 95% ДИ 0,050-19,964; $p > 0,05$) определялся между группами пациентов со съёмным протезом при частичной утрате зубов на верхней челюсти + съёмным протезом при полной утрате зубов на нижней челюсти и пациентов со съёмным протезом при частичной утрате зубов на верхней челюсти + съёмным протезом при полной утрате зубов на нижней челюсти.

Обсуждение

У 58 пациентов со съёмными акриловыми протезами с наночастицами серебра при полной и частичной утрате зубов в 55,2% случаев состояние слизистой оболочки рта было атрофированным с повышенной плотностью и разрыхленным. У пациентов с такими зубными протезами чаще наблюдалась средняя степень альвеолярного отростка в верхней беззубой челюсти (59,3%) и выраженная равномерная атрофия альвеолярного отростка в нижней беззубой челюсти (50,0%). Из осложнений чаще отмечались раздражение или изъязвление слизистой оболочки (15,5%), а также дискомфорт (13,8%) и боль (13,8%). Статистически значимые различия между частотой осложнений и видов протезов не выявлено ($p > 0,05$). В процессе исследования мы не выявили связь частоты осложнений с типами протезов. Полученные результаты согласуются с данными литературы [7, 8]. Следует отметить, что протезы нижней челюсти с большей вероятностью демонстрируют нестабильность из-за наличия ограниченной площади поверхности [7]. Ряд исследователей считает, что включение наночастиц серебра в стоматологические материалы наряду с антибактериальными свойствами может улучшить механические свойства [6, 9-11].

Определение отношения шансов показало, что шанс обнаружения какого-либо осложнения у пациентов со съёмным протезом при полной утрате зубов на верхней и нижней челюсти был больше у пациентов с акриловыми протезами, тогда как при других локализациях съёмного протеза шанс обнаружения осложнения был больше у пациентов с акриловыми протезами с наночастицами серебра. Нужно отметить, что отношение шансов позволяет сравнить группы исследуемых по частоте выявления

определенного исхода. Важно, что результатом применения отношения шансов является не только определение статистической значимости между фактором и исходом, но и её количественная оценка [12]. В нашем случае мы определили количественную оценку и статистическую значимость между видами протезов и осложнениями.

Заключение

Исходя из результатов настоящего исследования, можно заключить, что потеря удержания протеза, дискомфорт и боль являются наиболее частыми осложнениями, связанными с последующими изъязвлениями. При определении шанса возникновения осложнения в зависимости от типа протеза значимых различий не выявлено.

Литература [References]

- 1 Raszewski Z. An adhesion of acrylic teeth to various materials intended for the production of removable dentures. *IOSR Journal of Dental and Medical Sciences*. 2021;3(2):380-386. <https://doi.org/10.35629/5252-0302380386>
- 2 Гуськов А.В., Калиновский С.И., Олейников А.А., Кожевникова М.С. Современные подходы к реабилитации пациентов с использованием съемных пластиночных зубных протезов. *Наука молодых (Eruditio Juvenium)*. 2021;9(4):631-646. <https://doi.org/HMJ202194631-646>. [Gus'kov A.V., Kalinovskiy S.I., Oleynikov A.A., Kozhevnikova M.S. Modern approaches to rehabilitation of patients using removable laminar dentures. *Science of the young (Eruditio Juvenium)*. 2021;9(4):631-646. <https://doi.org/HMJ202194631-646> (In Russ)].
- 3 Панахов Н.А., Байрамов Ю.И., Мусаев Э.Р. Влияние второго клинического этапа на неэффективное ортопедическое лечение при полном съемном протезировании. *Вестник современной клинической медицины*. 2019;12(3):44-47. [https://doi.org/10.20969/VSKM.2019.12\(3\).44-47](https://doi.org/10.20969/VSKM.2019.12(3).44-47) [Panakhov N.A., Bayramov Y.I., Musayev E.R. The impact of the second clinical stage on ineffective prosthetic treatment in full overdenture restoration. *The Bulletin of Contemporary Clinical Medicine*. 2019;12(3):44-47. [https://doi.org/10.20969/VSKM.2019.12\(3\).44-47](https://doi.org/10.20969/VSKM.2019.12(3).44-47) (In Russ)].
- 4 Сафаров А.М. Микробная обсеменённость полости рта при ношении съемных зубных протезов на основе различных материалов. *Современная стоматология*. 2010;2:103-105. [Safarov A.M. Microbial contamination of the oral cavity when wearing removable dentures based on various materials. *Modern dentistry*. 2010;2:103-105. (In Russ)].
- 5 Bacali C., Baldea I., Moldovan M., Carpa R., Olteanu D.E., Filip G.A., et al. Flexural strength, biocompatibility, and antimicrobial activity of a polymethyl methacrylate denture resin enhanced with graphene and silver nanoparticles. *Clin Oral Investig*. 2020;24(8):2713-2725. <https://doi.org/10.1007/s00784-019-03133-2>
- 6 Yin I.X., Zhang J., Zhao I.S., Mei M.L., Li Q., Chu C.H. The Antibacterial Mechanism of Silver Nanoparticles and Its Application in Dentistry. *Dove Medical Press*. 2020;2020:2555-2562.
- 7 Bilhan H., Geckili O., Ergin S., Erdogan O., Ates G. Evaluation of satisfaction and complications in patients with existing complete dentures. *J Oral Sci*. 2013 Mar;55(1):29-37. <https://doi.org/10.2334/josnurd.55.29.10>
- 8 Shams A., Tavanafar S., Dastjerdi M.R., Chaijan K.A. Patient satisfaction and complication rates after delivery of removable partial dentures: A 4-year retrospective study. *SRM J Res Dent Sci*. 2015;6:225-9. <https://doi.org/10.4103/0976-433X.170247>
- 9 Lara H.H., Romero-Urbina D.G., Pierce Ch, Lopez-Ribot J.L., Arellano-Jiménez M.J., Jose-Yacamán M. Effect of silver nanoparticles on *Candida albicans* biofilms: an ultrastructural study. *J Nanobiotechnol*. 2015;13:91-102. <https://doi.org/10.1186/s12951-015-0147-8>
- 10 Adam R.Z., Khan S.B. Antimicrobial Efficacy of Silver Nanoparticles against *Candida Albicans*. *Materials*. 2022;15:5666. <https://doi.org/10.3390/ma15165666>
- 11 De Souza Neto F.N., Sala R.L., Fernandes R.A., Xavier T.P.O., Cruz S.A., Paranhos C.M., et al. Effect of synthetic colloidal nanoparticles in acrylic resin of dental use. *European Polymer Journal*. 2019;112:531-538. <https://doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2018.10.009>
- 12 Яцко В.А. Оценка эффективности статистического показателя «отношение шансов». *Международный научный журнал «Символ науки»*. 2016;6:128-129. [Yatsko V.A. Evaluation of the effectiveness of the statistical indicator "odds ratio". *International scientific journal "Symbol of Science"*. 2016;6:128-129. (In Russ)].

Авторская справка

Панахов Назим Адил оглы

Д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой ортопедической стоматологии, Азербайджанский медицинский университет.
ORCID 0000-0002-5374-3874.
Вклад автора: концепция, дизайн, статистическая обработка.

Ниязова Гюнель Алиовсат гызы

Докторант кафедры ортопедической стоматологии, Азербайджанский медицинский университет.
ORCID 0000-0002-4127-6690.
Вклад автора: сбор и обработка материала, написание текста.

Author's reference

Nazim A. Panakhov

Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Orthopedic Dentistry, Azerbaijan Medical University.
ORCID 0000-0002-5374-3874.
Author's contribution: concept, design, statistical processing.

Gyunel' A. Niyazova

Doctoral student of the Department of Orthopedic Dentistry, Azerbaijan Medical University.
ORCID 0000-0002-4127-6690.
Author's contribution: collecting and processing material, writing text.

МЕДИЦИНСКАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ

MEDICAL IMAGING

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ
<https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2024.1.MIM.1>

ORIGINAL ARTICLE
УДК 618.19.006.6

СРАВНЕНИЕ ШКАЛ BI-RADS И КАЙЗЕРА ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗЛОКАЧЕСТВЕННОСТИ ОБРАЗОВАНИЙ МОЛОЧНЫХ ЖЕЛЁЗ

Е.Н. Суровцев^{1,2}, А.В. Капишников¹, Ю.С. Пышкина¹, М.В. Галочкина¹

¹Самарский государственный медицинский университет, ул. Чапаевская, д. 89, г. Самара, 443099, Россия

²Лечебно-диагностический центр Международного института биологических систем имени Сергея Березина – Тольятти,
ул. Октябрьская, д. 68, корп. 4, г. Тольятти, 445000, Россия

Резюме. *Актуальность.* Диагностика рака молочной железы остаётся во многом нерешённой проблемой, несмотря на внедрение программ скрининга. В последнее время магнитно-резонансная томография стала чаще использоваться не только как уточняющий, но и как первичный метод диагностики рака молочной железы. В качестве инструментов помощи для принятия решения по результатам лучевого исследования молочных желёз разработаны системы унифицированной оценки: BI-RADS и Кайзер. Шкала BI-RADS обеспечивает системный подход при описании изображений молочной железы различных модальностей. Система Кайзер, напротив, является узкоспециализированной и подходит для интерпретации данных только магнитно-резонансных томограмм. *Цель исследования* – определить сходимость экспертов в оценке состояния молочной железы с помощью шкал BI-RADS и Кайзер. *Объект и методы.* Обследовано 40 пациенток (средний возраст 45 лет), проанализировано 87 новообразований и зон изменений. Исследования выполнялись на магнитно-резонансном томографе с индукцией магнитного поля 1,5 Т с соответствующими протоколами сканирования, оценка результатов проводилась независимыми экспертами с опытом работы и без опыта. Для оценки результатов использовались корреляционный анализ Спирмена и коэффициент конкордации Кендалла. *Результаты.* Корреляционный анализ Спирмена показал наличие взаимосвязи между баллами BI-RADS и Кайзер у эксперта без опыта. Согласованность мнений экспертов была выше при использовании системы Кайзер и составила 0,66, а шкалы BI-RADS – 0,53. *Заключение.* Отсутствие корреляции между баллами шкалы BI-RADS и системы Кайзер у эксперта с опытом свидетельствует о существенном вкладе специфических магнитно-резонансных признаков. Согласованность мнений экспертов при использовании системы Кайзера выше, чем при использовании шкалы BI-RADS.

Ключевые слова: рак молочной железы, магнитно-резонансная томография, молочная железа, BI-RADS, система Кайзер.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование проводилось без спонсорской поддержки.

Соответствие нормам этики. Авторы подтверждают, что соблюдены права людей, принимавших участие в исследовании, включая получение информированного согласия в тех случаях, когда оно необходимо.

Для цитирования: Суровцев Е.Н., Капишников А.В., Пышкина Ю.С., Галочкина М.В. Сравнение шкал BI-RADS и Кайзера для оценки злокачественности образований молочных желёз. *Вестник медицинского института «РЕАВИЗ». Реабилитация, Врач и Здоровье.* 2024;14(1):153-158. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2024.1.MIM.1>

COMPARISON OF THE BI-RADS AND KAISER SCALES FOR ASSESSING THE MALIGNANCY OF MAMMARY GLAND FORMATIONS

Evgeniy N. Surovtsev^{1,2}, Aleksandr V. Kapishnikov¹, Yuliya S. Pyshkina¹, Margarita V. Galochkina¹

¹Samara State Medical University, 89, st. Chapaevskaya, Samara, 443099, Russia

²Medical and Diagnostic Center of the Togliatti International Institute of Biological Systems, 68, building 4, Oktyabrskaya str., Tolyatti, 445000, Russia

Abstract. Diagnosis of breast cancer remains a largely unsolved problem, despite the introduction of screening programs. Recently, magnetic resonance imaging has become more often used not only as a clarifying method, but also as a primary method for diagnosing breast cancer. Unified assessment systems have been developed as tools to assist in decision-making based on the results of radiation examination of the mammary glands: BI-RADS and Kaiser. The BI-RADS score provides a systematic approach to the description of breast images of various modalities. The Kaiser system, on the contrary, is highly specialized and is suitable for interpreting magnetic resonance imaging data only. *Purpose.* To determine the agreement of experts in assessing breast condition using the BI-RADS and Kaiser scales. *Object and methods.* We examined 40 patients (average age 45 years), we analyzed 87 neoplasms and areas of changes. The studies were performed on a magnetic resonance imaging scanner with a magnetic field of 1.5 T with appropriate scanning protocols, the results were assessed by independent experts with and without experience. Spearman's correlation analysis and Kendall's coefficient of concordance were used to analyze the results. *Results.* Spearman's correlation showed a relationship between BI-RADS scores and Kaiser in the inexperienced rater. The agreement between experts was higher when using the Kaiser system - 0.66, using the BI-RADS scale - 0.53. *Conclusion.* The lack of correlation between BI-RADS and Kaiser scores in an experienced examiner suggests a significant contribution of specific magnetic resonance features. The agreement between experts using the Kaiser system is higher than when using the BI-RADS scale.

Key words: breast cancer, magnetic resonance imaging, mammary gland, BI-RADS, Kaiser.

Competing interests. The authors declare no competing interests.

Funding. This research received no external funding.

Compliance with ethical principles. The authors confirm that they respect the rights of the people participated in the study, including obtaining informed consent when it is necessary.

Cite as: Surovtsev E.N., Kapishnikov A.V., Pyshkina Yu.S., Galochkina M.V. Comparison of the BI-RADS and Kaiser scales for assessing the malignancy of mammary gland formations. *Bulletin of the Medical Institute "REAVIZ". Rehabilitation, Doctor and Health.* 2024;14(1):153-158. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2024.1.MIM.1>

Введение

Рак молочной железы является одним из самых распространённых злокачественных новообразований у женщин. В последнее время магнитно-резонансная томография становится всё более популярным инструментом визуализации молочной железы [1] и применяется как в качестве метода первичной диагностики опухолей у женщин с высоким риском возникновения новообразований [2], так и для уточнения характера изменений, выявленных при маммографическом и ультразвуковом скрининге [3]. Безусловно, «золотым стандартом» верификации рака молочных желёз является гистологическое исследование тканей опухоли, но применение инвазивных манипуляций, особенно при доброкачественных образованиях, является нежелательным [4]. Пункция молочной железы также связана с риском развития осложнений и может способствовать диссеминации злокачественных клеток [5].

Магнитно-резонансная маммография (МРМ) обладает высокой чувствительностью при дифференциальной диагностике доброкачественных и злокачественных образований молочной железы, но интерпретация данных, полученных при МРМ, является сложной задачей и зависит от опыта рентгенолога [6]. В качестве инструментов помощи в принятии решения при анализе маммографических исследований были разработаны шкалы, позволяющие стандартизировать результат оценки полученных изображений. Наибольшее распространение получила шкала BI-RADS, которая обеспечивает системный подход при описании лучевых исследований

молочной железы (маммографии, ультразвукового исследования, МРМ). Градируя изменения молочной железы на шесть категорий по вероятности их злокачественности, данная шкала делает описание лучевого исследования понятным для всех специалистов [7]. В систему BI-RADS включены некоторые общерентгенологические дефиниции, такие как: контур и структура опухоли, наличие петрификации и её тип и др. Однако, несмотря на то, что шкала BI-RADS постоянно претерпевает изменения и развивается [8], на данный момент она не содержит правил по принятию окончательного решения о характере выявленного образования. Именно поэтому нередко специалисты без опыта или с небольшим опытом могут испытывать трудности с отнесением образования в одну из категорий BI-RADS [7].

Отсутствие гибкости в преобразовании результатов визуализации с использованием лексикона BI-RADS привело к разработке системы подсчёта баллов – шкалы Кайзера (рис. 1) [9]. Данная система включает характеристику контура опухоли из шкалы BI-RADS и ряд специфических для МРМ признаков (кинетическая кривая повышения сигнала от образования после контрастирования, характер контрастирования, наличие перифокального отёка, данные диффузионно-взвешенных изображений) [6]. Шкала Кайзер обеспечивает точность диагностики рака молочной железы [10]. Постулируется, что при применении данной шкалы повышается точность отнесения образований к доброкачественным и злокачественным не только опытными экспертами, но и начинающими специалистами [6].

Kaiser score flowchart

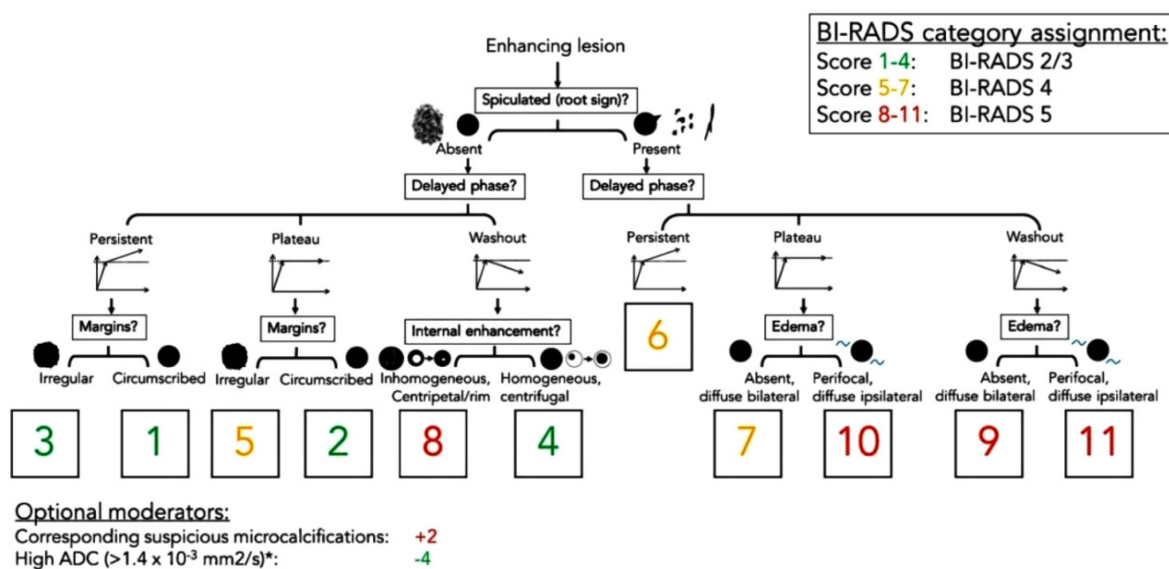


Рисунок 1. Шкала Кайзера [6]

Figure 1. Kaiser scale [6]

Цель исследования – определить сходимость экспертов в оценке состояния молочной железы с помощью шкал BI-RADS и Кайзер.

Объект и методы

В ретроспективное исследование было включено 40 пациенток, проходивших магнитно-резонансную маммографию в период 2022-2023 гг. Средний возраст обследуемых составил 45 лет (в интервале от 29 до 60 лет). Было проанализировано 87 новообразований и зон изменений в тканях молочной железы.

Исследования выполнялись на магнитно-резонансном томографе с индукцией магнитного поля 1,5 Т с использованием специализированной катушки для молочных желёз. Всем пациенткам проведено стандартное исследование молочных желёз с использованием протокола сканирования, который включал: T1 tra 3d, T2 tra, T2 STIR cor, Diffusion tra, серии динамических T1 tra 3d FS после контрастирования.

Оценка результатов визуализации с градацией выявленных изменений по обоим шкалам выполнялась независимо двумя экспертами: первый эксперт с опытом, стаж работы рентгенологом 12 лет (из них 8 лет в МРМ); второй эксперт – без опыта, имел только общеклиническую подготовку и краткий курс по интерпретации данных МРМ. Каждый специалист оценивал выявленные на МРМ изменения как по шкале BI-RADS, так и по шкале Кайзер, выставляя соответствующие баллы. При наличии нескольких образований или зон изменений градиrowание проводилось раздельно для каждой зоны.

Работа проводилась в соответствии с этическими нормами Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» с поправками 2013 г. Все пациенты

подписали информированное согласие на публикацию данных без идентификации личности.

Полученные данные обрабатывали с помощью программы анализа данных Statistica, версия 12 (Stat Soft Inc., США). Анализ корреляции оценок экспертов выполнялся с помощью коэффициента корреляции Спирмена (r_s) непараметрической статистики. Интегральное сравнение выводов специалистов о характере выявленных изменений осуществлялось методом анализа экспертных оценок – коэффициент конкордации Кендалла. По данным литературы [11], оценка сходимости обладает большей надежностью при интерпретации результатов, по сравнению с установлением степени корреляции оценок. Критический уровень значимости (p) при проверке статистических гипотез в данном исследовании принимался равным 0,05.

Результаты

Корреляция между результатами оценок по шкалам BI-RADS и Кайзер (рис. 2) была выявлена у эксперта без опыта ($r_s = 0,673$, $p = 0,000122$), в то время как корреляция отсутствовала у эксперта с опытом ($r_s = 0,355$, $p = 0,689$).

При сравнении между собой оценок двух экспертов не было выявлено корреляции как по шкале BI-RADS ($r_s = 0,054$, $p = 0,788$), так и по системе Кайзер ($r_s = 0,323$, $p = 0,100$).

Согласованность мнений экспертов была выше при использовании системы Кайзер, коэффициент конкордации составил 0,66, а при использовании шкалы BI-RADS – 0,53 (табл. 1).

Таблица 1. Коэффициент согласованности по Кендаллу
Table 1. Kendall's consistency coefficient

Шкала	p	Коэффициент конкордации
Кайзер	$p = 0,126$	0,661
BI-RADS	$p = 0,39$	0,527

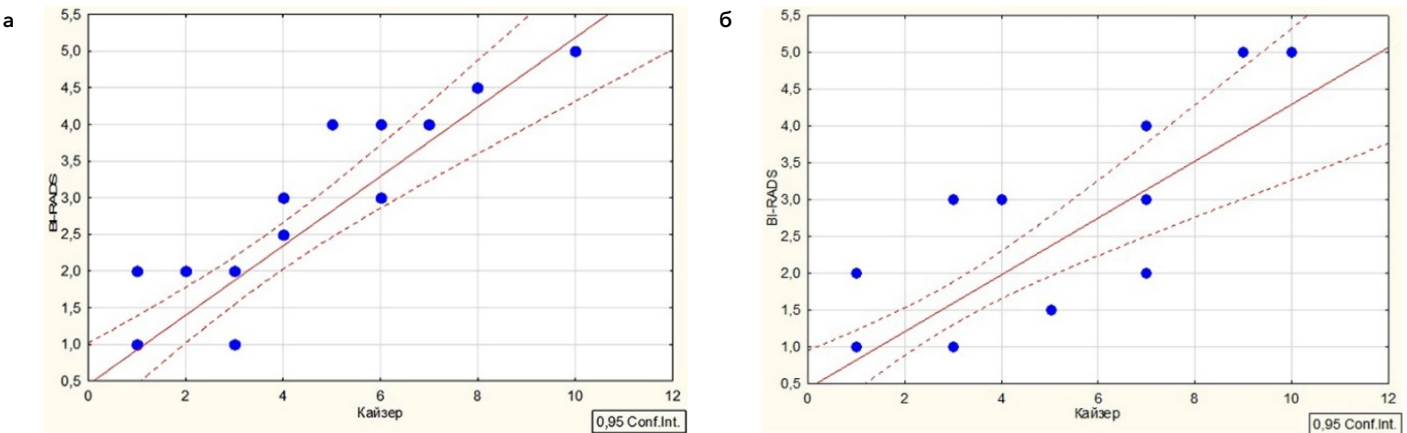


Рисунок 2. Диаграммы корреляции баллов по шкалам BI-RADS и Кайзер эксперта без опыта (а), эксперта с опытом (б)
Figure 2. Correlation diagrams of BI-RADS and Kaiser scores of an expert without experience (a), an expert with experience (б)

Следующие два клинических примера демонстрируют типичные случаи расхождений мнений экспертов.

Обнаружены признаки рака молочной железы на МРМ (рис. 3). В глубоких отделах левой молочной железы определяется образование с достаточно ровными чёткими контурами, однородной структуры, с

ограничением диффузии, наличием ангионеогенеза и злокачественным типом кинетической кривой (с «вымыванием» контрастного вещества). Эти магнитно-резонансные признаки не входят в шкалу BI-RADS, но имеют своё отображение в системе Кайзер.

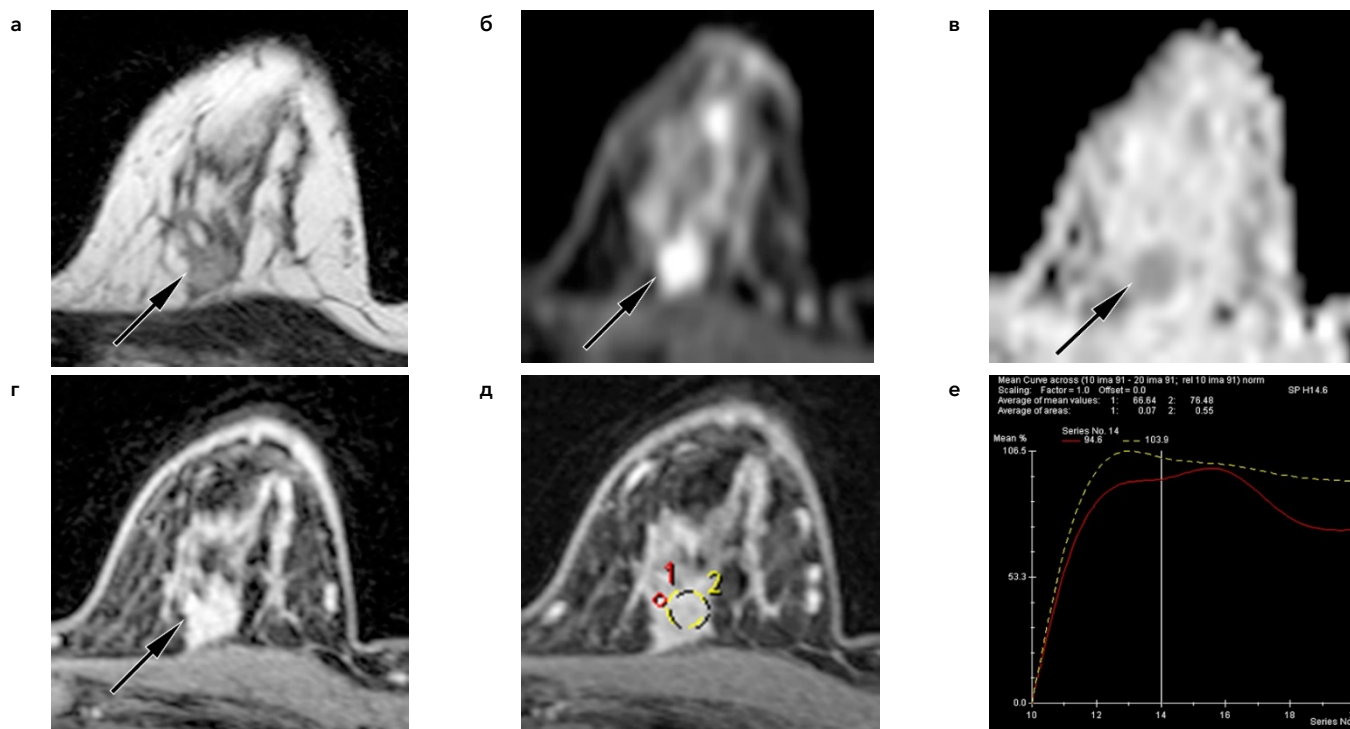


Рисунок 3. Случай типичного расхождения оценок изображений между экспертами. Магнитно-резонансная томография левой молочной железы: T2 взвешенные изображения (ВИ) (а), DWI b=100 (б), ADC (в), T1 ВИ после контрастирования (г), ROI (д), кинетическая кривая (е). В ткани молочной железы определяется зона (стрелка) с достаточно чёткими контурами, однородной структуры (признаки доброкачественных изменений). В то же время наличие ограничения диффузии и злокачественный тип контрастирования характеризуют образование как злокачественное

Figure 3. A case of typical discrepancies in image ratings between experts. Magnetic resonance imaging of the left breast: T2 weighted images (WI) (a), DWI b=100 (б), ADC (в), T1 WI after contrast (г), ROI (д), contrast kinetic curve (e). In the breast tissue, a zone (arrow) with fairly clear contours and a homogeneous structure is determined (signs of benign changes). At the same time, the presence of diffusion restriction and a malignant type of contrast characterize the formation as malignant

Эксперт без опыта интерпретировал образование в другом случае как злокачественное, так как контур данной зоны неровный, структура неоднородная (рис. 4), но ограничение диффузии для выявленного участка отсутствует, кинетическая кривая имеет восходящий, доброкачественный тип (без признаков «вымывания» контрастного вещества).

Обсуждение

Изучение сходимости при экспертной оценке достаточно часто используется в медицине и является актуальной задачей. Шкала BI-RADS широко применяется во всём мире для стандартизации результатов лучевых исследований молочных желёз. При её использовании согласованность результатов описания изображений специалистов высокая, но точность сильно варьируется [12]. Для повышения специфичности диагностики образований молочных желёз была предложена шкала Кайзер [13].

Анализируя отсутствие корреляции баллов шкал BI-RADS и Кайзер у эксперта с опытом, можно предположить, что специфические магнитно-резонансные симптомы образований молочной железы (характер контрастирования, значение коэффициента диффузии), не учитываемые в системе BI-RADS, вносят существенный вклад при интерпретации изображений. Данные признаки магнитно-резонансной семиотики не определялись специалистом без опыта, им использовались общерентгенологические признаки и, соответственно, баллы шкал Кайзер и BI-RADS у него коррелировали между собой.

Рентгенологам с клиническим опытом в реальной работе часто нет необходимости использовать шкалу Кайзер для оценки патологии молочных желёз [14], но применение неопытными лучевыми диагностами данной системы может значительно улучшить информативность их заключений.

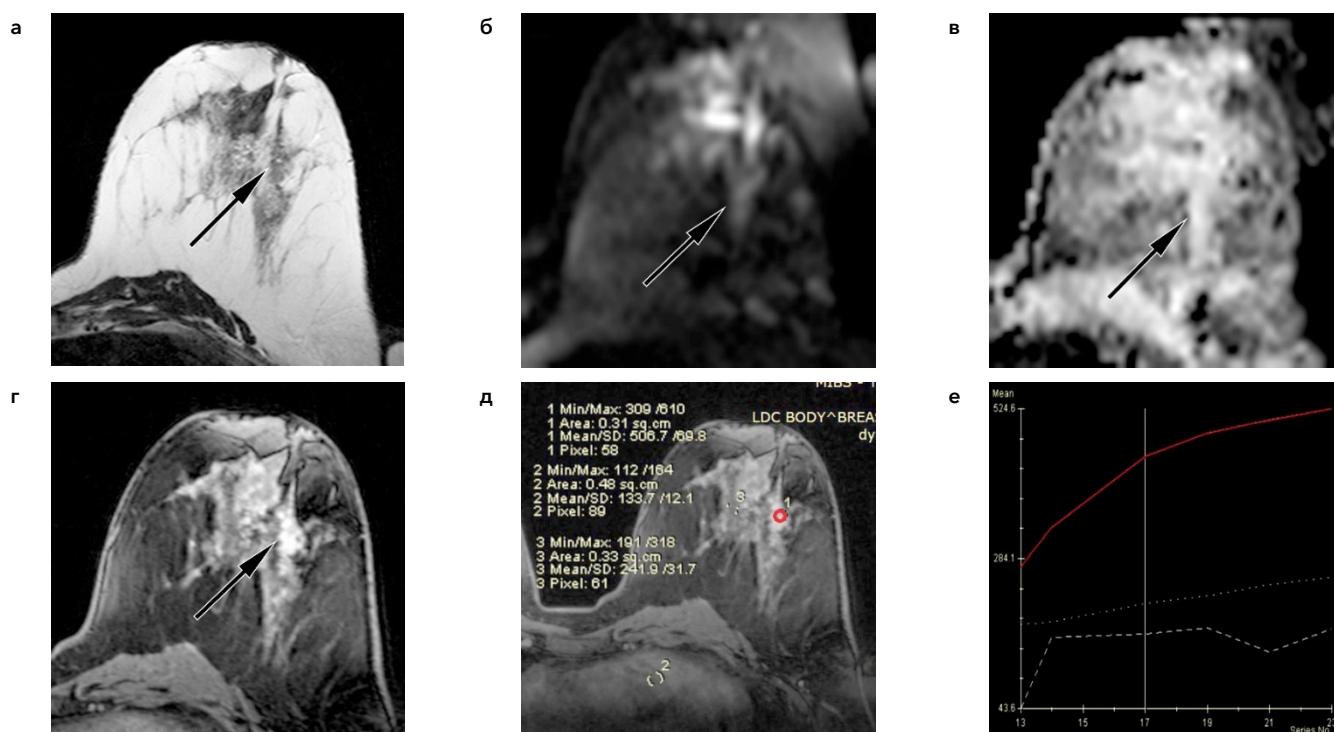


Рисунок 4. Случай типичного расхождения оценок изображений между экспертами. Магнитно-резонансная томография левой молочной железы: T2 взвешенные изображения (ВИ) (а), DWI b=100 (б), ADC (в), T1 ВИ после контрастирования (г), ROI (д), кинетическая кривая контрастирования (е). В ткани молочной железы определяется зона (стрелка) с достаточно нечёткими неровными контурами, неоднородной структуры (признаки злокачественных изменений); нет признаков ограничения диффузии, доброкачественный («восходящий») тип контрастирования (признаки доброкачественного процесса)

Figure 4. A case of typical discrepancies in image ratings between experts. Magnetic resonance imaging of the left breast: T2 weighted images (WI) (a), DWI b=100 (б), ADC (в), T1 WI after contrast (г), ROI (д), contrast kinetic curve (e). In the breast tissue, a zone (arrow) with rather vague, uneven contours and a heterogeneous structure is identified (signs of malignant changes); no signs of diffusion restriction, benign ("ascending") type of contrast (signs of benign changes)

Закключение

Отсутствие корреляции между баллами систем BI-RADS и Кайзер у эксперта с опытом свидетельствует о существенном вкладе специфических магнитно-резонансных признаков диагностики, отображающих важные патогенетические характеристики злокачественных опухолей (повышение целлю-

лярности, наличие ангиогенеза). Данные признаки не представлены в системе BI-RADS.

Согласованность мнений экспертов (с опытом и без опыта) при использовании системы Кайзера – 0,66, по сравнению со шкалой BI-RADS – 0,53. Следовательно, систему Кайзер можно рекомендовать для использования молодым специалистам.

Литература [References]

- 1 Zhang Y.N., Xia K.R., Li C.Y., Wei B.L., Zhang B. Review of breast cancer pathologic image processing. *Biomed Res Int.* 2021;2021:1994764. PMID: 34595234. <http://doi.org/10.1155/2021/1994764>
- 2 Dietzel M., Baltzer P.A.T. How to use the Kaiser score as a clinical decision rule for diagnosis in multiparametric breast MRI: a pictorial essay. *Insights Imaging.* 2018;9(3):325-335. PMID: 29616496. <https://doi.org/10.1007/s13244-018-0611-8>
- 3 Корженкова Г.П. Диагностическое значение категорий BI-RADS в ведении пациенток с доброкачественной патологией молочных желез. *Опухоли женской репродуктивной системы.* 2016;12(4):10-16. Korzhenkova G.P. Diagnostic value of BI-RADS categories in the management of patients with benign breast pathology. *Tumors of Female Reproductive System.* 2016;12(4):10-16. (In Russ). <https://doi.org/10.17650/1994-4098-2016-12-4-10-16>
- 4 Kim K.S. Clinical application of ultrasound-guided core needle biopsy of the breast. *Clinical Ultrasound.* 2022;7(1):22-26. <https://doi.org/10.18525/cu.2022.7.1.22>
- 5 Fujimoto A., Yamada H., Hasebe T., Saeki T. Breast cancer seeding in the biopsy route observed on preoperative imaging. *BMJ Case Rep.* 2021;14(6):e242741. PMID: 34158328. <https://doi.org/10.1136/bcr-2021-242741>
- 6 Дитцель М., Мазо М.Л., Рожкова Н.И., Хоружик С.А., Куплевацкая Д.И., Бусько Е.А. и др. Как использовать шкалу Кайзера для принятия диагностических решений при мультипараметрической МРТ молочной железы. *REJR.* 2020;10(3):58-76. Dietzel M., Mazo M.L., Rozhkova N.V., Kharuzhyk S.A., Kuplevatskaya D.I., Busko E.A., et al. How to use the Kaiser score as a clinical decision rule for diagnosis in multiparametric breast MRI. *REJR.* 2020;10(3):58-76. (In Russ). <https://doi.org/10.21569/2222-7415-2020-10-3-58-76>
- 7 Choi J.S. Breast imaging reporting and data system (BI-RADS): advantages and limitations. *J Korean Soc Radiol.* 2023;84(1):3-14. PMID: 36818717. <https://doi.org/10.3348/jksr.2022.0142>
- 8 Eghtedari M., Chong A., Rakow-Penner R., Ojeda-Fournier H. Current status and future of BI-RADS in multimodality imaging. *AJR Am J Roentgenol.* 2021;216(4):860-873. PMID: 33295802. <https://doi.org/10.2214/AJR.20.24894>

- 9 Jajodia A., Sindhwani G., Pasricha S., Prosch H., Puri S., Dewan A., et al. Application of the Kaiser score to increase diagnostic accuracy in equivocal lesions on diagnostic mammograms referred for MR mammography. *Eur J Radiol.* 2021;134:109413. PMID: 33290973. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2020.109413>
- 10 Milos R.I., Pipan F., Kalovidouri A., Clauser P., Kapetas P., Bernathova M, et al. The Kaiser score reliably excludes malignancy in benign contrast-enhancing lesions classified as BI-RADS 4 on breast MRI high-risk screening exams. *Eur Radiol.* 2020;30(11):6052-6061. PMID: 32504098. <https://doi.org/10.1007/s00330-020-06945-z>
- 11 Первушкин С.С., Зельтер П.М., Крамм Е.К., Сартакова Е.А. Сравнение уровня экспертного согласия в оценке объема поражения при COVID-19-ассоциированной пневмонии на компьютерной томографии грудной клетки. *Вестник Российской академии медицинских наук.* 2022;77(2):97-106. Pervushkin S.S., Zelter P.M., Kramm E.K., Sartakova E.A. Comparison of intra- and inter-observer consistency (intra-expert reliability, inter-expert reliability) in assessing the extent of COVID-19 pneumonia lesions on chest computed tomography. *Annals of the Russian Academy of Medical Sciences.* 2022;77(2):97-106. (In Russ.). <https://doi.org/10.15690/vramn1644>
- 12 Aydin H. The MRI characteristics of non-mass enhancement lesions of the breast: associations with malignancy. *Br J Radiol.* 2019;92(1096):20180464. PMID: 30673299. <https://doi.org/10.1259/bjr.20180464>
- 13 Dietzel M., Baltzer P.A.T. How to use the Kaiser score as a clinical decision rule for diagnosis in multiparametric breast MRI: a pictorial essay. *Insights Imaging.* 2018;9(3):325-335. PMID: 29616496. <https://doi.org/10.1007/s13244-018-0611-8>
- 14 Zhang B., Feng L., Wang L., Chen X., Li X., Yang Q. Kaiser score for diagnosis of breast lesions presenting as non-mass enhancement on MRI. *Nan Fang Yi Ke Da Xue Xue Bao.* 2020;40(4):562-566. PMID: 32895136. <https://doi.org/10.12122/j.issn.1673-4254.2020.04.18>

Авторская справка

Суровцев Евгений Николаевич

Ассистент кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии, главный врач, ООО «ЛДЦ МИБС - Тольятти».

ORCID 0000-0002-8236-833X; evgeniisurovtcev@mail.ru

Вклад автора: разработка концепции и дизайна исследования; сбор, анализ и интерпретация данных; подготовка и редактирование текста; проведение статистического анализа.

Капишников Александр Викторович

Д-р мед. наук, доцент, заведующий кафедрой лучевой диагностики и лучевой терапии, Самарский государственный медицинский университет.

ORCID 0000-0002-6858-372X; a.kapishnikov@gmail.com

Вклад автора: разработка концепции и дизайна исследования.

Пышкина Юлия Сергеевна

Канд. мед. наук, доцент, доцент кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии, Самарский государственный медицинский университет.

ORCID 0000-0002-7241-6828; yu.pyshkina@yandex.ru

Вклад автора: разработка концепции и дизайна исследования; сбор, анализ и интерпретация данных; подготовка и редактирование текста.

Галочкина Маргарита Витальевна

Студентка института клинической медицины, Самарский государственный медицинский университет.

ORCID 0009-0009-6820-1670; margalochka@mail.ru

Вклад автора: сбор, анализ и интерпретация данных; подготовка и редактирование текста.

Author's reference

Evgeniy N. Surovtsev

Assistant of the Department of Diagnostic Radiology and Radiation Therapy; Chief Physician.

ORCID 0000-0002-8236-833X; evgeniisurovtcev@mail.ru

Author contributions: development of research concept and design; collection, analysis and interpretation of data; preparation and editing of text; carrying out statistical analysis.

Aleksandr V. Kapishnikov

Dr. Sci. (Med.), Associate Professor, Head of the Diagnostic Radiology and Radiation Therapy, Samara State Medical University.

ORCID 0000-0002-6858-372X; a.kapishnikov@gmail.com

Author contributions: development of research concept and design.

Yuliya S. Pyshkina

Cand. Sci. (Med.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Radiology and Radiation Therapy, Samara State Medical University.

ORCID 0000-0002-7241-6828; yu.pyshkina@yandex.ru

Author contributions: development of research concept and design; collection, analysis and interpretation of data; preparation and editing of text.

Margarita V. Galochkina

Student of clinical medicine faculty, Samara State Medical University.

ORCID 0009-0009-6820-1670; margalochka@mail.ru

Author contributions: collection, analysis and interpretation of data; preparation and editing of text.

МЕТОДИКА МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ ДЛЯ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ БИОМАРКЕРОВ ПРИ ХРОНИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЯХ ПЕЧЕНИ

Ю.Н. Савченков^{1,2}, Г.Е. Труфанов³, В.А. Фокин³, А.Ю. Ефимцев³, С.Э. Аракелов^{2,4},
И.Ю. Титова², А.Р. Мелтонян³

¹Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна,
ул. Маршала Новикова, д. 23, г. Москва, 123098, Россия

²Городская клиническая больница № 13, ул. Велозаводская, д. 1/12, г. Москва, 115280, Россия

³Национальный медицинский исследовательский центр имени В. А. Алмазова, ул. Аккуратова, д. 2, г. Санкт-Петербург, 197341, Россия

⁴Российский университет дружбы народов, ул. Миклухо-Маклая, д. 6, г. Москва, 117198, Россия

Резюме. *Актуальность.* В последнее время для стратификации клинически значимых изменений при хронических заболеваниях печени (ХЗП) разрабатываются методики мультипараметрической магнитно-резонансной томографии (МРТ). Преимуществом мультипараметрической МРТ является визуализация всего органа для исключения вариабельности результатов при биопсии и оценка количественных характеристик отдельных параметров паренхимы печени. Относительно новым направлением является применение мультипараметрической МРТ для диагностики ХЗП с количественным определением содержания жира, железа и фиброзных изменений в паренхиме печени. *Цель:* разработать методику мультипараметрической МРТ для количественной оценки биомаркеров при ХЗП. *Объект и методы.* Мультипараметрическое МР-исследование проведено 57 пациентам с ХЗП с использованием различных импульсных последовательностей. *Заключение.* В статье отражена разработанная методика мультипараметрической МРТ для количественной оценки биомаркеров при ХЗП, на основании данных которых возможно отказаться от инвазивных вмешательств в процессе установки диагноза и мониторинге ответа на проводимое лечение.

Ключевые слова: хронические заболевания печени, магнитно-резонансная томография, биомаркер, протонная плотность жировой фракции, R2* воды, жировой гепатоз, фиброз, цирроз.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование проводилось без спонсорской поддержки.

Соответствие нормам этики. Авторы подтверждают, что соблюдены права людей, принимавших участие в исследовании, включая получение информированного согласия в тех случаях, когда оно необходимо.

Для цитирования: Савченков Ю.Н., Труфанов Г.Е., Фокин В.А., Ефимцев А.Ю., Аракелов С.Э., Титова И.Ю., Мелтонян А.Р. Методика магнитно-резонансной томографии для количественной оценки биомаркеров при хронических заболеваниях печени. *Вестник медицинского института «РЕАВИЗ». Реабилитация, Врач и Здоровье.* 2024;14(1):159–167. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2024.1.MIM.2>

MAGNETIC RESONANCE IMAGING TECHNIQUE TO QUANTIFY BIOMARKERS FOR CHRONIC LIVER DISEASES

Yuriy N. Savchenkov^{1,2}, Gennadiy E. Trufanov³, Vladimir A. Fokin³, Aleksandr Yu. Efimtsev³, Sergey E. Arakelov^{2,4},
Irina Yu. Titova², Asya R. Meltonyan³

¹A.I. Burnazyan Federal Medical Biophysical Center, 23, Marshal Novikov str., Moscow, 123098, Russia

²City Clinical Hospital No. 13, 1/12, Velozavodskaya str., Moscow, 115280, Russia

³V.A. Almazov National Medical Research Center, 2, Akkuratova str., St. Petersburg, 197341, Russia

⁴Peoples' Friendship University of Russia, 6, Miklukho-Maklaya str., Moscow, 117198, Russia

Abstract. *Background.* Recently, multiparametric magnetic resonance imaging (MRI) techniques have been developed to stratify clinically significant changes in chronic liver diseases (CLD). The advantage of multiparametric MRI is the visualization of the entire organ to eliminate the variability of the results during biopsy and the assessment of the quantitative characteristics of individual parameters of the liver parenchyma. A relatively new direction is the use of multiparametric MRI for the diagnosis of CLD with quantitative determination of fat, iron and fibrous changes in the liver parenchyma. *Aim.* To develop a multiparametric MRI technique for the quantitative assessment of biomarkers in CLD. *Object and methods.* A multiparametric MR study was performed in 57 patients with CLD using various pulse sequences. *Conclusion.* The article reflects the developed multiparametric MRI technique for quantifying biomarkers in CLD, based on data of which it is possible to abandon invasive interventions in the process of diagnosis and monitoring the response to treatment.

Keywords: chronic liver diseases, magnetic resonance imaging, biomarker, proton density of fat fraction, R2* of water, fatty hepatosis, fibrosis, cirrhosis.

Competing interests. The authors declare no competing interests.

Funding. This research received no external funding.

Compliance with ethical principles. The authors confirm that they respect the rights of the people participated in the study, including obtaining informed consent when it is necessary.

Cite as: Savchenkov Yu.N., Trufanov G.E., Fokin V.A., Efimtsev A.Yu., Arakelov S.E., Titova I.Yu., Meltonyan A.R. Magnetic resonance imaging technique to quantify biomarkers for chronic liver diseases. *Bulletin of the Medical Institute "REAVIZ". Rehabilitation, Doctor and Health.* 2024;14(1):159-167. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2024.1.MIM.2>

Введение

Хронические болезни печени вызывают все большую озабоченность в мировой системе здравоохранения. Ежегодно от хронических заболеваний печени (ХЗП) умирает два миллиона человек, на долю которых приходится 4% всех смертей, обусловленных в большинстве случаев осложнениями цирроза. Наиболее распространёнными формами ХЗП являются неалкогольная жировая болезнь печени и вирусные гепатиты [1, 2].

Растущая глобальная проблема ожирения, особенно у лиц молодого возраста, и ассоциированно с ним увеличения частоты встречаемости сердечно-сосудистых заболеваний и сахарного диабета 2 типа привели к росту заболеваемости неалкогольной жировой болезнью печени, которая является наиболее распространённым заболеванием печени во всём мире, а также ведущей причиной заболеваемости и смертности у данной группы пациентов [3, 4].

В последние годы удалось добиться значительных достижений в области профилактики распространения вирусных гепатитов, разработке вакцин и стратегий пассивной иммунизации, а также многообещающих и эффективных методов лечения. Тем не менее, вирусный гепатит по-прежнему представляет собой глобальную проблему, от которой страдают сотни миллионов людей с развитием острого и хронического гепатита, цирроза и рака печени [5, 6].

Другие этиологические факторы развития ХЗП, такие как аутоиммунные, генетические, лекарственные, сосудистые и идиопатические, хоть и составляют менее 1% от общего числа случаев заболеваемости, но в большинстве случаев манифестируют на более поздних стадиях и также приводят к развитию цирроза, что требует их своевременной диагностики и лечения [7, 8].

Объект и и методы исследования

Мультипараметрическое МР-исследование было проведено 57 пациентам с ХЗП – 18 мужчинам и 39 женщинам в возрасте от 19 до 70 лет (средний возраст 48,3±7,6 года). Постановка диагноза была основана на совокупности клинико-инструментальных данных. Распределение пациентов по этиологии ХЗП представлено в табл. 1.

Магнитно-резонансные исследования проводили на высокопольном томографе Magnetom Vida (Siemens, Германия) с индукцией магнитного поля 3 Тл. Всем пациентам заранее были даны рекомендации по подготовке к исследованию с целью ми-

нимизации возникновения артефактов, затрудняющих интерпретацию изображений. Для стандартизации протокола исследования пациентам было рекомендовано воздержаться от приёма пищи за 4 часа и от приёма жидкости за 1 час до начала исследования. Для корректировки респираторных артефактов использовались алгоритмы программного обеспечения для постпроцессорной обработки.

В протокол мультипараметрической МРТ органов брюшной полости и забрюшинного пространства входило получение T2-ВИ и T1-ВИ, трёхмерной МР-холангиопанкреатографии (МРХПГ) с построением мультипланарных реконструкций, диффузионно-взвешенных изображений (ДВИ), водородной одновоксельной спектроскопии и динамического контрастного усиления. По результатам мультипараметрической МРТ органов брюшной полости и забрюшинного пространства производили количественную оценку биомаркеров при ХЗП (табл. 2).

Таблица 1. Распределение пациентов с хроническими заболеваниями печени по этиологии

Хронические заболевания печени	Число пациентов	
	Абс.	%
Неалкогольная жировая болезнь печени	41	71,9
Вирусный гепатит	6	10,5
Аутоиммунный гепатит	4	7
Первичный билиарный холангит	3	5,3
Гемохроматоз	2	3,5
Алкогольная болезнь печени	1	1,8
Всего	57	100

Таблица 2. Импульсные последовательности и биомаркеры для оценки хронических заболеваний печени

Table 2. Impulse sequences and biomarkers for assessing chronic liver disease

Импульсная последовательность	Биомаркер
3D VIBE q-DIXON с шестью эхо-сигналами	Протонная плотность жировой фракции, R2* воды, T2*
HISTO (водородная одновоксельная спектроскопия)	Протонная плотность жировой фракции, R2 воды
ДВИ	ИКД, коэффициент диффузии, коэффициент перфузии, фракция перфузии, коэффициент распределения диффузии, индекс гетерогенности диффузии

Для сбора данных применяли 18-канальную матричную катушку для тела и 32-канальную матричную катушку для позвоночника для получения высокого соотношения сигнал/шум. Первичная поисковая импульсная последовательность «Localizer» для брюшной полости и забрюшинного пространства

имела следующие параметры: TR (time to repetition, время повторения) – 7,8 мс, TE (time to echo, время эхо) – 3,7 мс, FA (flip angle, угол отклонения) – 20°, FoV (field of view, в поле обзора) – 430×430 мм, матрица – 256×179, толщина среза – 7 мм, количество срезов – 23, DF (distance factor, расстояние между срезами) – 150%, TA (time of acquisition, длительность сбора данных) – 19 сек. Полученные изображения использовали для позиционирования всех остальных импульсных последовательностей.

Результаты

Получение T2-ВИ было основано на использовании импульсной последовательности HASTE (Half-Fourier Acquisition Single-Shot Turbo-spin Echo). Первая серия изображений в корональной плоскости имела следующие параметры: толщина среза – 5 мм, количество срезов – 39, TR – 1320 мс, TE – 87 мс, FA – 160°, FoV – 400×400 мм, матрица – 384×307, DF – 20%, число повторений – 1, TA – 1:37 мин. Для получения T2-ВИ в двух остальных плоскостях импульсная последовательность имела следующие параметры: толщина среза – 5 мм, количество срезов – 45, TR – 1400 мс, TE – 96 мс, FA – 160°, FoV – 380×310 мм, матрица – 384×311, DF – 20%, число повторений – 1, TA – 2:03 мин.

Определение отёка и ретикулярных изменений паренхимы печени при фиброзе и циррозе осуществляли при помощи импульсной последовательности T2-ВИ с применением методики жироподавления на основе метода предварительного спектрального насыщения с инверсией-восстановлением (SPAIR, Spectral Adiabatic Inversion Recovery) со следующими параметрами сканирования: толщина среза – 5 мм, количество срезов – 45, TR – 1200 мс, TE – 70 мс, FA – 160°, FoV – 420×341 мм, матрица – 384×307, DF – 20%, число повторений – 1, TA – 1:46 мин.

Оценка патологических изменений желчевыводящих путей основывалась на использовании трёхмерной магнитно-резонансной холангиопанкреатографии в корональной плоскости с изотропным вокселем 3D T2 SPACE (Sampling Perfection with Application-optimized Contrasts using different flip angle Evolutions) с применением респираторного триггера со следующими параметрами сканирования: толщина среза – 1 мм, количество срезов – 72, TR – 4892 мс, TE – 703 мс, FA – 120°, FoV – 380×285 мм, матрица – 384×384, число повторений – 1, TA – 4:01 мин.

Применение методики тонких срезов способствовало более точной визуализации изменений желчевыводящих протоков, таких как расширения и стриктуры, а также в выявлении полипов, конкрементов и опухолей. Построение 3D реконструкций

на основе данных тонких срезов наглядно демонстрировало анатомические особенности и патологические изменения желчных протоков, а также главного панкреатического протока и его боковых ветвей.

Для получения T1-ВИ использовали последовательность градиентного эхо-сигнала 3D VIBE (Three Dimension Volume Interpolated Breath-hold Examination). Импульсная последовательность 3D VIBE DIXON с применением двух эхо-сигналов, или двухточечный метод Диксона, позволяет за одну задержку дыхания получать четыре набора изображений в результате автоматической постобработки и реконструкций: изображения со сбором сигнала в фазе (Signal In Phase) и противофазе (Signal Out Of Phase), а также изображения жира с подавлением сигнала воды (Fat Image Only = Signal In Phase – Signal Out Of Phase) и изображения воды с подавлением сигнала жира (Water Image Only = Signal In Phase + Signal Out Of Phase) (рис. 1). Импульсная последовательность 3D VIBE с применением двух эхо-сигналов имела следующие параметры сканирования: толщина среза – 3 мм, количество срезов – 80, TR – 4 мс, TE – 1,3/2,5 мс, FA – 9°, FoV – 380×320 мм, матрица – 320×240, DF – 20%, число повторений – 1, TA – 17 сек. На данных МР-томограммах визуализировались признаки стеатоза и гемохроматоза, а также наличие в структуре регенераторных и диспластических узлов белковых включений и внутриклеточного жира, жидкость с высоким содержанием белкового компонента и подострое кровоизлияние.

В дальнейшем для количественной оценки содержания внутриклеточных липидов и отложения железа использовали трёхмерную последовательность на основе градиентного эхо 3D VIBE q-DIXON с применением шести эхо-сигналов, или шеститочечный метод Диксона (Quantitative imaging, q-Dixon), которая позволяет за одну задержку дыхания в результате автоматической постобработки и реконструкций получать три биомаркера при ХЗП: протонную плотность жировой фракции, эффективные R2* и T2*, а также карту соответствия для контроля качества анализа полученных данных (хорошее соответствие = значение ROI умноженное на 10⁻¹, значение <5% указывает на приемлемость качества изображений) (рис. 2). Преимущества мультиэхо метода Диксона заключаются в возможности пространственного определения и охвата всей паренхимы печени, коррекции эффектов поперечной релаксации за счёт низкого значения угла отклонения и одновременной оценке протонной плотности жировой фракции как биомаркера жирового гепатоза, а также определения значений R2* и T2* как биомаркеров содержания железа.

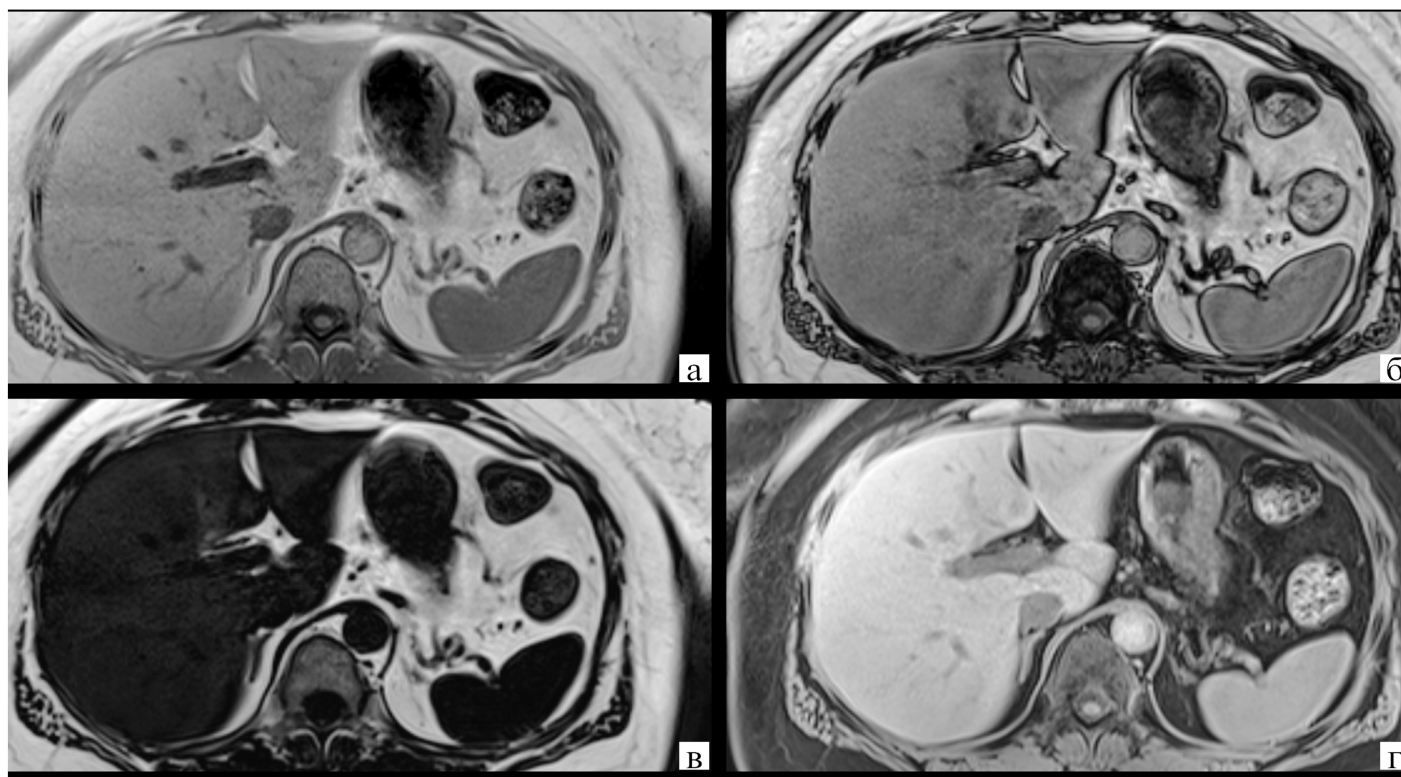


Рисунок 1. Пациентка С., 54 года. Жировой гепатоз 2 степени у пациентки с сахарным диабетом 2 типа. МР-исследование органов брюшной полости, импульсная последовательность 3D VIBE DIXON с применением двух эхо-сигналов: **а** - изображения со сбором сигнала в фазе (Signal In Phase); **б** - изображения со сбором сигнала в противофазе (Signal Out Of Phase); **в** - изображения жира с подавлением сигнала воды (Fat Image Only = Signal In Phase - Signal Out Of Phase); **г** - изображения воды с подавлением сигнала жира (Water Image Only = Signal In Phase + Signal Out Of Phase)

Figure 1. Patient S., 54 years old. Steatosis of the 2nd degree in a patient with type 2 diabetes mellitus. MR examination of the abdominal organs, 3D VIBE DIXON pulse sequence using two echo signals: **a** - images with signal collection in phase (Signal In Phase); **b** - images with signal collection in antiphase (Signal Out Of Phase); **v** - images of fat with suppression of the water signal (Fat Image Only = Signal In Phase - Signal Out Of Phase); **r** - water images with fat signal suppression (Water Image Only = Signal In Phase + Signal Out Of Phase)

Импульсная последовательность 3D VIBE q-DIXON с применением шести эхо-сигналов имела следующие параметры сканирования: толщина среза - 3 мм, количество срезов - 80, TR - 9 мс, TE - 1,05/2,46/3,69/4,92/6,15/7,38 мс, FA - 4°, FoV - 380×342 мм, матрица - 160×126, DF - 20%, число повторений - 1, TA - 19 сек.

Во время постобработки значения протонной плотности жировой фракции и $R2^*/T2^*$ также могут быть измерены в любом участке паренхимы печени путём размещения ROI в сериях FF («Fat Fraction») и эффективных $R2^*/T2^*$. Значение на серии Fat Fraction, умноженное на 10^{-1} , соответствует значению протонной плотности жировой фракции в этом участке печени. Эффективное значение $R2^*/T2^*$ измеряется в герцах (или сек^{-1}) и с помощью различных коэффициентов преобразования в зависимости от величины индукции магнитного поля, используемых для получения данных на МР-аппаратах 1,5 или 3 Тл, коррелирует со значением концентрации железа в печени (LIC, Liver Iron Concentration), представляющего собой соотношение внутривенно-

ного железа к сухому весу паренхимы, выраженному в мг/г сухого вещества. Таким образом, шеститочечный метод Диксона позволяет количественно определить степень стеатоза и отложения железа в произвольно выбранном участке паренхимы, каждым отдельно взятым сегменте, доле или всей печени. Для количественной оценки жировой фракции и R2 воды в отдельно взятом участке паренхимы печени использовали одновоксельную водородную магнитно-резонансную спектроскопию на основе импульсной последовательности HISTO в режиме получения стимулированного эха (STEAM, Stimulated Echo Acquisition Mode) с задержкой дыхания со следующими параметрами сканирования: размеры вокселя - 30×30×30 мм, TR - 3000 мс, TE - 12, 24, 36, 48 и 72 мс, FA - 90°, количество измерений - 5, TA - 15 сек. Для позиционирования вокселя спектроскопии использовали три плоскости T2-ВИ, по которым в правой доле печени определяли участки в паренхиме печени с отсутствием крупных сосудов, желчных протоков и очаговых образований.

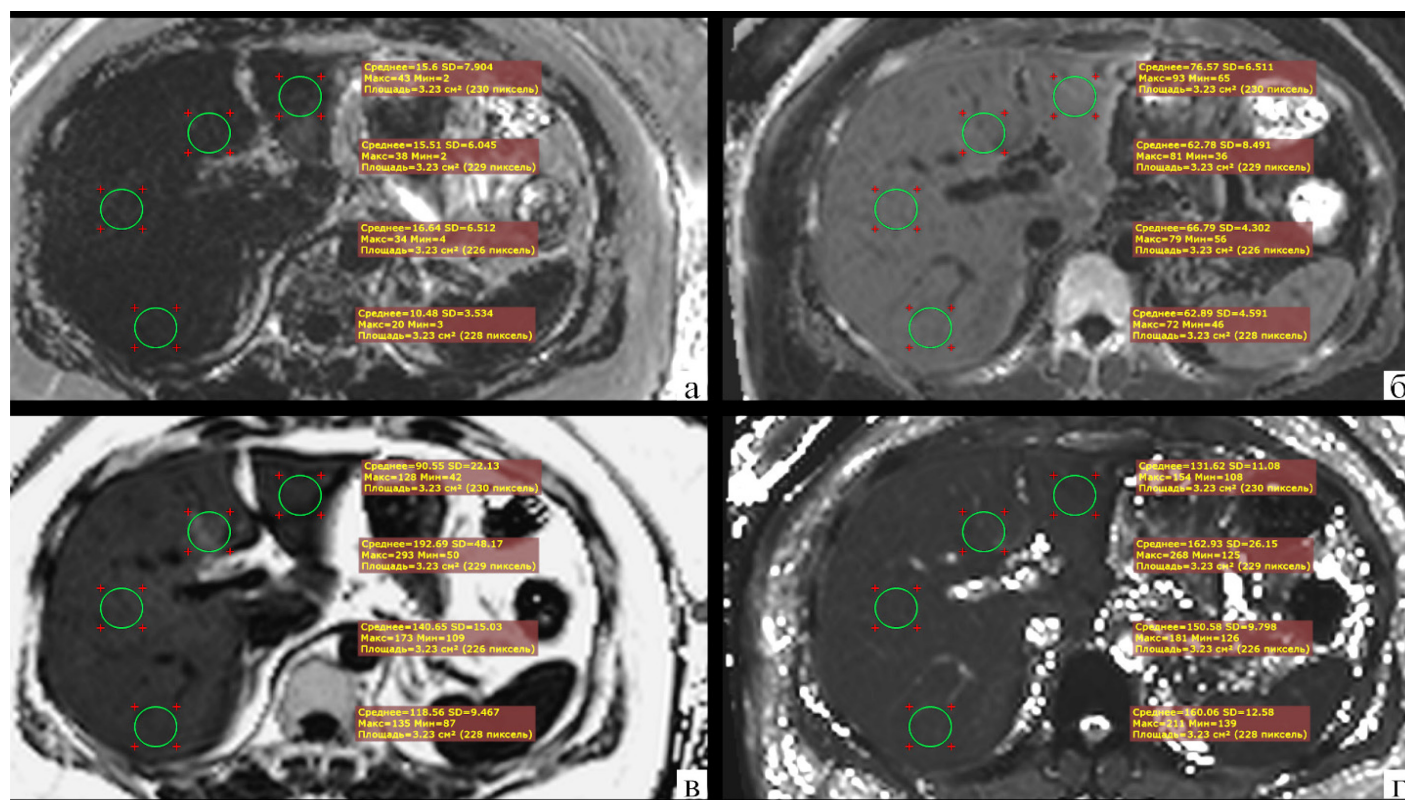


Рисунок 2. Пациентка С., 54 года. Жировой гепатоз 2 степени у пациентки с сахарным диабетом 2 типа. МР-исследование органов брюшной полости, импульсная последовательность 3D VIBE q-DIXON с применением шести эхо-сигналов: а – измерения на карте соответствия для контроля качества анализа полученных данных; б – измерения эффективной R2*; в – измерения протонной плотности жировой фракции; г – измерения эффективной T2*

Figure 2. Patient S., 54 years old. Steatosis of the 2nd degree in a patient with type 2 diabetes mellitus. MR examination of the abdominal organs, 3D VIBE q-DIXON pulse sequence using six echo signals: а – measurements on the compliance card to control the quality of the analysis of the obtained data; б – measurements of effective R2*; в – measurements of proton density of the fat fraction; г – measurements of effective T2*

Импульсная последовательность HISTO для магнитно-резонансной спектроскопии представляет собой серию с пятью эхо-сигналами, скорректированными по T2 с высокой скоростью, полученных в одном вокселе. Импульсная последовательность HISTO основана на принципе, согласно которому существует сильная нелинейная корреляция между сигналом R2 воды и концентрацией железа вне зависимости от концентрации липидов. На основе алгоритма моноэкспоненциального метода наименьших квадратов интегрируются площади под пиками воды и жира для каждого TE, что, в конечном итоге, используется для получения значений протонной плотности жировой фракции и R2 воды всего объема вокселя (рис. 3). Водородная магнитно-резонансная спектроскопия в режиме получения стимулированного эхо обеспечивает быстрое и точное измерение нескольких биомаркеров ХЗП, таких как протонной плотности жировой фракции и скорости релаксации R2 воды. Важно отметить, что магнитно-резонансная спектроскопия в режиме получения стимулированного эха даёт

более точные и последовательные оценки по сравнению с локальной спектроскопией в выбранной точке (PRESS, Point-resolved Spectroscopy), поскольку первая менее чувствительна к эффектам J-связи, вследствие возможности использования более короткого времени эхо-сигнала.

Сбор данных ДВИ осуществляли с применением двумерной эхо-планарной импульсной последовательности с применением методики жироподавления на основе метода предварительного спектрального насыщения с инверсией-восстановлением (SPAIR) со следующими параметрами сканирования: толщина среза – 5 мм, количество срезов – 720, TR – 7300 мс, TE – 52 мс, FA – 9°, FoV – 430×350 мм, матрица – 138×138, DF – 20%, число повторений – 3-5, количество направлений диффузии – 1, TA – 7:55 мин. Также использовали параллельную визуализацию с коэффициентом ускорения 2 (GRAPPA, Generalized Autocalibrating Partial Parallel Acquisition), 32 опорными линиями и полосой пропускания приемника 2194 Гц/пиксель.

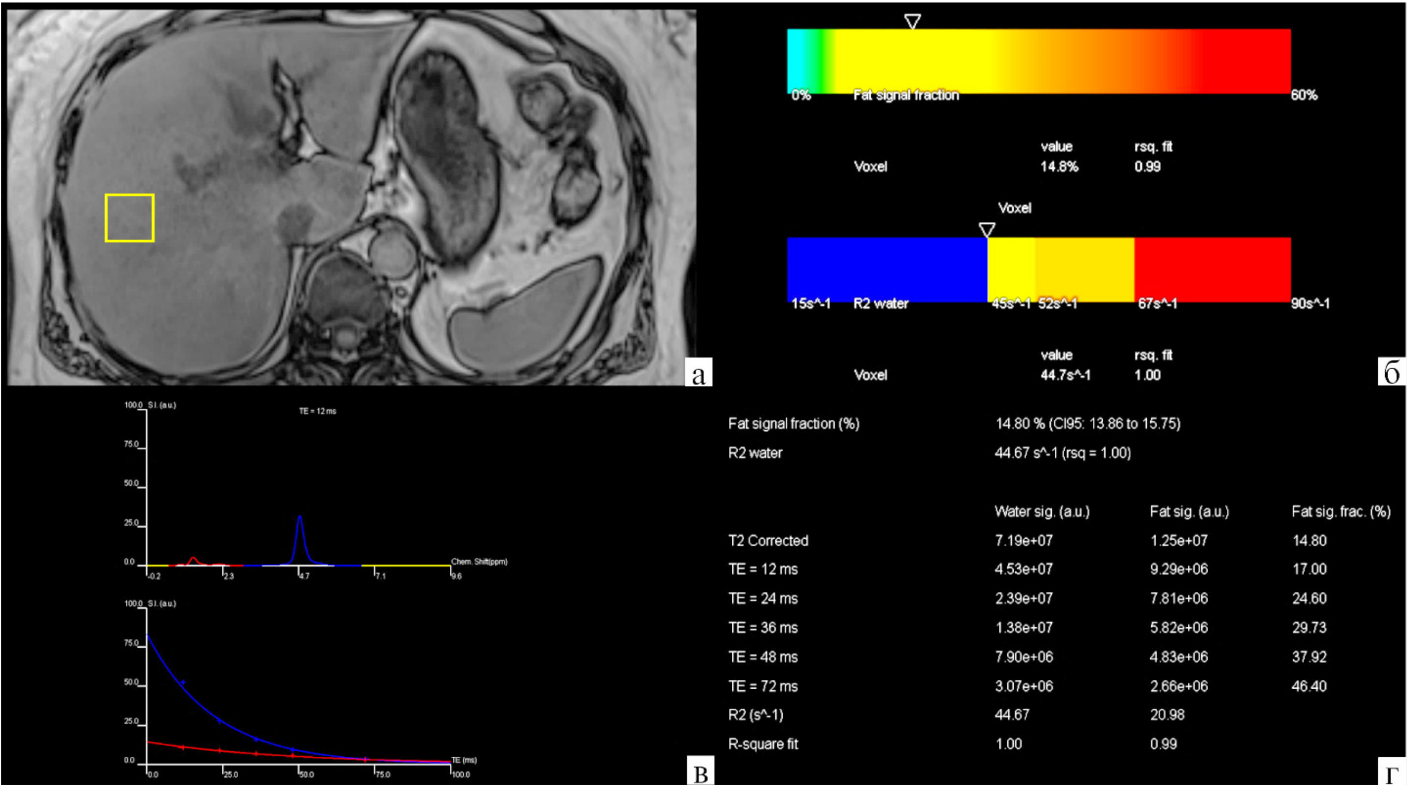


Рисунок 3. Пациентка С., 54 года. Жировой гепатоз 2 степени у пациентки с сахарным диабетом 2 типа. МР-исследование органов брюшной полости, одновоксельная водородная спектроскопия с применением импульсной последовательности HISTO: **а** - позиционирование вокселя; **б** - колориметрические карты протонной плотности жировой фракции и R2 воды; **в** - величина химического сдвига жира и воды при наиболее коротком TE (12 мс) и кривые моноэкспоненциального падения интенсивности сигнала жира и воды для контроля качества; **г** - таблица распределения протонной плотности жировой фракции и R2 воды для каждого эхо-сигнала с результирующей коррекцией по T2

Figure 3. Patient S., 54 years old. Steatosis of the 2nd degree in a patient with type 2 diabetes mellitus. MR examination of the abdominal organs, single-voxel hydrogen spectroscopy using the HISTO pulse sequence: **a** - voxel positioning; **b** - colorimetric maps of proton density of the fat fraction and R2 of water; **v** - the value of the chemical shift of fat and water at the shortest TE (12 ms) and curves of the monoexponential decrease in signal intensity of fat and water for quality control; **r** - table of the distribution of proton density of the fat fraction and R2 of water for each echo signal with the resulting correction by T2

Также получали ДВИ с применением методики жироподавления на основе метода с коротким временем инверсии-восстановления спинного эха (STIR, Short Tau Inversion Recovery) со следующими параметрами сканирования: толщина среза - 5 мм, количество срезов - 90, TR - 7740 мс, TE - 59 мс, FA - 9°, FoV - 430×350 мм, матрица - 138×138, DF - 20%, число повторений - 6 и 26, количество направлений диффузии - 2, TA - 4:47 мин.

В результате каждой импульсной программы получали несколько серий срезов с одинаковой локализацией и различными факторами взвешенности: b=0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 150, 200, 400, 600 и 800, а также b=50 и 800 с/мм² соответственно. В результате автоматической постпроцессинговой обработки для каждой серии ДВИ было выполнено построение карт измеряемого коэффициента диффузии (ИКД). Дополнительно в результате постпроцессинговой обработки данных ДВИ на базе биэкспоненциальной и растянутой экспоненциальной моделей внутривоксельного некогерент-

ного движения получали пять дополнительных биомаркеров: коэффициент диффузии, коэффициент перфузии и фракцию перфузии для биэкспоненциальной модели, а также коэффициент распределения диффузии и индекс гетерогенности диффузии для растянутой экспоненциальной модели, которые позволяют определить степень выраженности фиброзных изменений печени.

Многофазное динамическое контрастное усиление проводили с использованием импульсной последовательности 3D VIBE с применением методики жироподавления на основе метода предварительного спектрального насыщения с инверсией-восстановлением и получением доминантной артериальной фазы со следующими параметрами сканирования: толщина среза - 3 мм, количество срезов - 80, TR - 3,3 мс, TE - 1,3 мс, FA - 9°, FoV - 380×309 мм, матрица - 320×240, DF - 20%, число повторений - 1, TA - 17 сек. Использовали магнитно-резонансные контрастные средства разрешенные к клиническому применению в РФ, содержащие хе-

латы гадолиния: гадобутрол, гадопентетовая кислота, гадодиамид. Всем пациентам магнитно-резонансные контрастные средства вводились вручную в дозировке 0,1 ммоль/кг со скоростью 1,5–2,5 мл/сек.

Для получения диагностически значимых изображений и оценки динамики распределения контрастного средства сбор данных постконтрастных изображений осуществлялся с получением доминантной артериальной (20–25 секунды), порто-венозной (60–65 секунды), ранней (3–5 минуты) и поздней (10 минута) интерстициальным фазам. По результатам динамического контрастного усиления производили дополнительную оценку регенераторных и диспластических узлов при фиброзе и циррозе печени, а также очаговых образований печени по характеру накопления и вымывания контрастного вещества.

Обсуждение

Предложенная методика мультипараметрического МР-исследования органов брюшной полости и забрюшинного пространства основывается на применении различных импульсных последовательностей и методик. На основании полученных данных возможно получить полноценную информацию о наличии патологических изменений и состоянии органов брюшной полости и забрюшинного пространства.

На основании T2-ВИ определяется взаимоотношение органов брюшной полости и забрюшинного пространства, состояние клетчаточных пространств, а также лучше визуализируются патологические, особенно жидкостные, образования. Бесконтрастная МРХПГ по методике тонких срезов с построением 3D MIP реконструкций выявляет минимальные изменения структуры стенок желчевыводящих протоков, различные дефекты наполнения, а также представляет трёхмерную модель внутри- и внепечёночных желчных и панкреатического протоков.

Применение T1-ВИ с использованием различного количества эхо-сигналов выявляет признаки стеатоза, гемохроматоза, наличие в структуре регенераторных и диспластических узлов белковых включений и внутриклеточного жира, а также жидкость с высоким содержанием белкового компонента и подострое кровоизлияние.

Для получения количественных характеристик биомаркеров ХЗП используются различные импульсные последовательности с последующей ручной или автоматической обработкой полученных данных. Распространённая методика количественной оценки фракции жира при использовании двухточечного метода Диксона требует компенсации множества переменных, включая эффекты релаксации T2* и T1, спектральной сложности жира и со-

держания железа, без которой возможна переоценка выраженности стеатоза [9]. Импульсная последовательность 3D VIBE q-DIXON с применением шести эхо-сигналов вследствие компенсации вышеописанных недостатков позволяет за короткое время получить данные о протонной плотности жировой фракции и R2* воды всего объёма паренхимы печени, по данным которых можно количественно определить выраженность жирового гепатоза и концентрацию железа, предварительно оценив на карте соответствия достоверность полученных данных [10].

Одновоксельная водородная спектроскопия на основе импульсной последовательности HISTO позволяет за одну задержку дыхания определить два биомаркера ХЗП: протонную плотность жировой фракции и R2 воды. Одновоксельная спектроскопия считается наиболее надёжным и точным методом количественного определения жира [11]. Однако в литературе нет однозначной оценки относительно достоверности данных биомаркера R2 воды в диагностике содержания железа в паренхиме печени вследствие использования относительно длинных значений TE, в особенности при наличии высокой степени перегрузки и использовании МР-томографов с индукцией магнитного поля 3 Тл [12]. Недавно была предложена новая модификация последовательности одновоксельной спектроскопии (HISTOV), включающая восемь эхо-сигналов, для улучшения её способности обнаруживать и количественно определять железо [13]. Показатели R2 воды всегда имеет меньшие значения по сравнению с показателями R2* воды, потому что скорость релаксации при использовании спинного эхо-сигнала имеет криволинейный характер, а при использовании градиентного эхо-сигнала – линейный [14]. Поэтому необходимы дальнейшие исследования для определения возможностей более высокой точности диагностики с помощью комбинационного анализа значений R2 и R2* воды для выявления перегрузки железом. Существенным недостатком одновоксельной спектроскопии помимо высокой чувствительной к двигательным артефактам является то, что она не отражает неоднородность распределения триглицеридов во всей паренхиме печени [15].

ДВИ играет важную роль в оценке очаговых и диффузных заболеваний печени [16, 17]). На количественные показатели параметров диффузии могут влиять параметры и тип используемой импульсной последовательности, а также такие факторы, как проницаемость, перфузия и клеточная структура. ИКД позволяет количественно оценить степень ограничения диффузии в тканях и может играть диагностическую роль при характеристике поражений печени. Развитие фиброза печени ограничивает внутривоксельное некогерентное движение,

наиболее вероятно, из-за увеличения количества соединительной ткани [18]. Перспективные результаты в определении степени выраженности фиброзных изменений печени показывают биомаркеры, полученные в результате постпроцессинговой обработки данных ДВИ на базе биэкспоненциальной и растянутой экспоненциальной моделей [19, 20].

Количественные данные биомаркеров ХЗП, измеряемые с помощью мультипараметрической МРТ, становятся важными клиническими инструментами в диагностике и лечении ХЗП. При этом необходимо понимать физические особенности получения данных, осуществлять контроль качества, а также иметь представление о возможных ошибках, причинах возникновения и способах их устранения.

Однако, по данным литературы, нет единого мнения относительно параметров и типа используемых импульсных последовательностей, роли биомаркера R2 воды в определении содержания железа, возможностей ДВИ в оценке микроперфузии в капиллярной сети для стадирования фиброза, общепринятых рекомендаций по проведению измерений и интерпретации полученных данных для количественной оценки биомаркеров МРТ при ХЗП.

Разработанная методика мультипараметрического МР-исследования с количественной оценкой параметров нескольких биомаркеров позволяет значительно увеличить возможности неинвазивной диагностики и отказаться в большинстве случаев от проведения биопсии печени при ХЗП. Переход от

качественных характеристик к количественной оценке изменений снизит субъективность принятия решения и предоставит более точные данные при оценке ответа на проводимое лечение.

Заключение

Таким образом, мультипараметрическая МРТ органов брюшной полости и забрюшинного пространства была выполнена 57 пациентам с применением множества импульсных последовательностей и их последующей постпроцессорной обработкой. Общее время исследования составляло 35-40 минут в зависимости от выраженности патологических изменений и индивидуальных особенностей пациентов.

В результате проведенного исследования получили значения биомаркеров ХЗП, которые позволяют провести неинвазивную оценку степени выраженности изменений в паренхиме печени, а также осуществить контроль эффективности ответа в процессе проведения терапии.

Ряд групп были небольшими по количеству, и требуется продолжение работы для получения достоверных результатов. Однако уже сейчас можно сделать предварительный вывод, что протонная плотность жировой фракции, как биомаркер неалкогольной жировой болезни печени, является достоверным количественным показателем выраженности жировой дистрофии печени.

Литература [References]

- 1 Devarbhavi H., Asrani S.K., Arab J.P., Nartey Y.A., Pose E., Kamath P.S. Global burden of liver disease: 2023 update. *J Hepatol.* 2023;79(2):516-537. <https://doi.org/10.1016/j.jhep.2023.03.017>
- 2 Huang D.Q., Terrault N.A., Tacke F., Gluud L.L., Arrese M., Bugianesi E. et al. Global epidemiology of cirrhosis - aetiology, trends and predictions. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol.* 2023;20(6):388-398. <https://doi.org/10.1038/s41575-023-00759-2>
- 3 Radu F., Potcovaru C.G., Salmen T., Filip P.V., Pop C., Fierbinteanu-Braticievici C. The Link between NAFLD and Metabolic Syndrome. *Diagnostics (Basel).* 2023;13(4):614. <https://doi.org/10.3390/diagnostics13040614>
- 4 Younossi Z.M., Golabi P., Paik J.M., Henry A., Van Dongen C., Henry L. The global epidemiology of nonalcoholic fatty liver disease (NAFLD) and non-alcoholic steatohepatitis (NASH): a systematic review. *Hepatology.* 2023;77(4):1335-1347. <https://doi.org/10.1097/HEP.0000000000000004>
- 5 Liu Y.B., Chen M.K. Epidemiology of liver cirrhosis and associated complications: Current knowledge and future directions. *World J Gastroenterol.* 2022;28(41):5910-5930. <https://doi.org/10.3748/wjg.v28.i41.5910>
- 6 Black A.P., Wallace J., Binka M., Butt Z.A. The challenges of viral hepatitis elimination: a global response to a global problem. *BMC Public Health.* 2023;23(1):1042. <https://doi.org/10.1186/s12889-023-15960-w>
- 7 Adams P.C., Jeffrey G., Ryan J. Haemochromatosis. *Lancet.* 2023;401(10390):1811-1821. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(23\)00287-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(23)00287-8)
- 8 Heo N.Y., Kim H. Epidemiology and updated management for autoimmune liver disease. *Clin Mol Hepatol.* 2023;29(1):194-196. <https://doi.org/10.3350/cmh.2022.0387>
- 9 Reeder S.B., Sirlin C.B. Quantification of liver fat with magnetic resonance imaging. *Magn. Reson. Imaging Clin.* 2010;18:337-357. <https://doi.org/10.1016/j.mric.2010.08.013>
- 10 Hu F., Yang R., Huang Z., Wang M., Yuan F., Xia C. et al. 3D Multi-Echo Dixon technique for simultaneous assessment of liver steatosis and iron overload in patients with chronic liver diseases: a feasibility study. *Quant Imaging Med Surg.* 2019;9(6):1014-1024. <https://doi.org/10.21037/qims.2019.05.20>
- 11 Van Beers B.E., Garteiser P., Leporq B., Rautou P.E., Valla D. Quantitative Imaging in Diffuse Liver Diseases. *Semin Liver Dis.* 2017;37(3):243-258. <https://doi.org/10.1016/j.ajme.2017.06.007>
- 12 Lin H., Wei H., He N., Fu C., Cheng S., Cheng S. et al. Quantitative susceptibility mapping in combination with water-fat separation for simultaneous liver iron and fat fraction quantification. *Eur Radiol.* 2018;28(8):3494-3504. <https://doi.org/10.1007/s00330-017-5263-4>
- 13 Lin H., Fu C., Kannengiesser S., Cheng S., Shen J., Dong H. et al. Quantitative analysis of hepatic iron in patients suspected of coexisting iron overload and steatosis using multi-echo single-voxel magnetic resonance spectroscopy: Comparison with fat-saturated multi-echo gradient echo sequence. *J Magn Reson Imaging.* 2018;48(1):205-213. <https://doi.org/10.1002/jmri.25967>
- 14 St Pierre T.G., Clark P.R., Chua-anusorn W., Fleming A.J., Jeffrey G.P., Pootrakul P. et al. Noninvasive measurement and imaging of liver iron concentrations using proton magnetic resonance. *Blood.* 2005;105(2):855-861. <https://doi.org/10.1182/blood-2004-01-0177>

- 15 Lv S., Jiang S., Liu S., Dong Q., Xin Y., Xuan S. Noninvasive Quantitative Detection Methods of Liver Fat Content in Nonalcoholic Fatty Liver Disease. *J. Clin. Transl. Hepatol.* 2018;6:217-221. <https://doi.org/10.14218/JCTH.2018.00021>
- 16 Emara D.M., Reda D.M., Elwazzan D.A. Utility of diffusion weighted imaging (DWI) in assessment of liver fibrosis. *Alexandria Journal of Medicine.* 2018;54(4):347-352. <https://doi.org/10.1016/j.ajme.2017.06.007>
- 17 Javadrashid R., Bavi Olyaei A.S., Tarzamani M.K., Milenković R.M., Masulović D.M., Milićević M. The diagnostic value of diffusion-weighted imaging in differentiating benign from malignant hepatic lesions. *Egyptian Liver Journal.* 2020;10(1):13. <https://doi.org/10.1186/s43066-020-0020-9>
- 18 Ren H., Liu Y., Lu J., An W., Wang W., Yan T. et al. Evaluating the clinical value of MRI multi-model diffusion-weighted imaging on liver fibrosis in chronic hepatitis B patients. *Abdom Radiol (NY).* 2021;46(4):1552-1561. <https://doi.org/10.1007/s00261-020-02806-x>
- 19 Im W.H., Song J.S., Jang W. Noninvasive staging of liver fibrosis: review of current quantitative CT and MRI-based techniques. *Abdom Radiol (NY).* 2022;47(9):3051-3067. <https://doi.org/10.1007/s00261-021-03181-x>

Авторская справка**Савченков Юрий Николаевич**

Канд. мед. наук, ассистент кафедры лучевой диагностики с курсом радиологии, Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна; заведующий отделением лучевой диагностики, врач-рентгенолог, Городская клиническая больница № 13. ORCID 0000-0002-8258-522X; yura_savchenkov@mail.ru

Вклад автора: анализ данных литературы.

Труфанов Геннадий Евгеньевич

Д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой лучевой диагностики и медицинской визуализации, Национальный медицинский исследовательский центр имени В.А. Алмазова. ORCID 0000-0002-1611-5000; trufanovge@mail.ru

Вклад автора: анализ клинических данных.

Фокин Владимир Александрович

Д-р мед. наук, профессор кафедры лучевой диагностики и медицинской визуализации, Национальный медицинский исследовательский центр имени В.А. Алмазова. ORCID 0000-0002-2937-6322; vladfokin@mail.ru

Вклад автора: подготовка текста работы.

Ефимцев Александр Юрьевич

Д-р мед. наук, доцент кафедры лучевой диагностики и медицинской визуализации, Национальный медицинский исследовательский центр имени В.А. Алмазова. ORCID 0000-0003-2249-1405; atralf@mail.ru

Вклад автора: подготовка текста работы.

Аракелов Сергей Эрнестович

Д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой «Семейная медицина с курсом паллиативной медицинской помощи», Российский университет дружбы народов; главный врач, Городская клиническая больница № 13. ORCID 0000-0003-3911-8543; arakelov-s@yandex.ru

Вклад автора: подготовка обсуждения и выводов.

Титова Ирина Юрьевна

Заместитель главного врача по медицинской части, Городская клиническая больница № 13. ORCID 0000-0001-7056-0634; titovaiy1@zdrav.mos.ru

Вклад автора: подготовка обсуждения и выводов.

Мелтонян Ася Робертовна

Аспирант кафедры эндокринологии, Национальный медицинский исследовательский центр имени В.А. Алмазова. ORCID 0000-0002-5149-4667; a.r.meltonyan@yandex.ru

Вклад автора: анализ клинических данных.

Author's reference**Yuriy N. Savchenkov**

Cand. Sci. (Med.), Assistant of the Department of Radiation Diagnostics with a course in Radiology, A.I. Burnazyan Federal Medical Biophysical Center; Head of the Department of Radiation Diagnostics, Radiologist, City Clinical Hospital No. 13.

ORCID 0000-0002-8258-522X; yura_savchenkov@mail.ru

Author's contribution: literature data analysis.

Gennadiy E. Trufanov

Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Radiation Diagnostics and Medical Imaging, V.A. Almazov National Medical Research Center.

ORCID 0000-0002-1611-5000; trufanovge@mail.ru

Author's contribution: clinical data analysis.

Vladimir A. Fokin

Dr. Sci. (Med.), Professor of the Department of Radiation Diagnostics and Medical Imaging, V.A. Almazov National Medical Research Center. ORCID 0000-0002-2937-6322; vladfokin@mail.ru

Author's contribution: preparation of the text of the work.

Aleksandr Yu. Efimtsev

Dr. Sci. (Med.), Associate Professor of the Department of Radiation Diagnostics and Medical Imaging, V.A. Almazov National Medical Research Center.

ORCID 0000-0003-2249-1405; atralf@mail.ru

Author's contribution: preparation of the text of the work.

Sergey E. Arakelov

Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Family Medicine with a Course of Palliative Care, Peoples' Friendship University of Russia; Chief Physician, City Clinical Hospital No. 13.

ORCID 0000-0003-3911-8543; arakelov-s@yandex.ru

Author's contribution: preparation of discussion and conclusions.

Irina Yu. Titova

Deputy Chief Medical Officer, City Clinical Hospital No. 13.

ORCID 0000-0001-7056-0634; titovaiy1@zdrav.mos.ru

Author's contribution: preparation of discussion and conclusions.

Asya R. Meltonyan

Postgraduate student of the Department of Endocrinology, V.A. Almazov National Medical Research Center.

ORCID 0000-0002-5149-4667; a.r.meltonyan@yandex.ru

Author's contribution: clinical data analysis.

РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПОВ АДАПТАЦИИ РАДИОГЕНОМНОГО ПОДХОДА К ВИЗУАЛИЗАЦИИ ГЛИАЛЬНЫХ ОПУХОЛЕЙ В РАМКАХ ИНИЦИАЛЬНЫХ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ

Н.Е. Маслов^{1,2}, Г.Е. Труфанов¹, В.М. Моисеенко², Д.А. Валенкова³,
А.Ю. Ефимцев¹, Н.А. Плахотина^{1,4}, А.С. Сидорина¹

¹Национальный медицинский исследовательский центр имени В.А. Алмазова, ул. Аккуратова, д. 2, г. Санкт-Петербург, 197341, Россия

²Санкт-Петербургский клинический научно-практический центр специализированных видов медицинской помощи (онкологический) имени Н.П. Напалкова, Ленинградская ул., д. 68А, пос. Песочный, г. Санкт-Петербург, Россия

³Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ»,
ул. Профессора Попова, д. 5Ф, г. Санкт-Петербург, 197022, Россия

⁴Медицинский институт биологических систем имени Сергея Березина,
ул. 6-я Советская, д. 24-26, г. Санкт-Петербург, 191144, Россия

Резюме. Актуальность. Радиомика – стремительно развивающееся направление в сфере онкологической визуализации, благодаря которому становится возможным поиск признаков, прогностически эффективных в отношении конкретных генетических событий, обуславливающих различные характеристики течения заболевания. Согласно данным многочисленных исследований, наличие IDH-мутации при глиальных опухолях ассоциировано с большей общей выживаемостью. Биопсия, являющаяся «золотым стандартом» дифференциальной диагностики опухолей головного мозга, зачастую затруднительна в связи со сложностью оперативного доступа, периодической невозможностью повторной процедуры, серьезными осложнениями и летальностью. *Цель:* поиск визуализационных признаков, предоставляющих прогностические данные о наличии мутаций и уровнях экспрессии молекулярно-генетических маркеров глиом, получаемых с использованием традиционных импульсных МР-последовательностей и характеризующихся отсутствием ограничений по применимости в зависимости от видимых морфологических особенностей новообразований. *Материал и методы:* ретроспективный анализ первичных данных магнитно-резонансной томографии (МРТ) головного мозга 49 пациентов, соответствующих критериям включения в исследование, с глиальными опухолями и впоследствии идентифицированным статусом целевой иммуногистохимической переменной за 2021–2023 гг. из архива ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» МЗ РФ (n = 31) и ГБУЗ «СПб КНПЦСВМП(о) им. Н.П. Напалкова» (n = 18); препроцессинг исходных МР-изображений по методике сопоставления гистограмм; определение и посрезовая полуавтоматизированная сегментация зон интереса с последующей экстракцией присущих им радиомических характеристик; поиск радиомических признаков, обладающих прогностической способностью в отношении целевой переменной, с использованием инструментов предиктивного статистического анализа. *Результаты.* Выявлена высокая эффективность радиомического признака Dependence Entropy в качестве предиктора IDH-мутаций (площадь под ROC-кривой – 0,766 [0,627–0,880]). *Выводы.* Обоснованно определены: целевая иммуногистохимическая характеристика для разработки предиктивной модели (IDH-статус), рабочая импульсная последовательность (T2-Tirm), инструмент препроцессинга исходных данных визуализации (методика сопоставления гистограмм), зоны интереса (участки гиперинтенсивности на T2-Tirm, ассоциирующиеся с опухолевым поражением, с захватом связанных кистозных и/или некротических компонентов). В результате выявлена статистически достоверная взаимосвязь между радиомической характеристикой Dependence Entropy и IDH-статусом глиальных опухолей. В ходе дальнейшей работы планируется увеличение базы данных, повышение точности имеющейся статистической модели, поиск релевантных радиомических характеристик, экстрагируемых с использованием иных традиционных импульсных последовательностей, создание комплексной предиктивной радиогеномной модели, разработка автоматизированного программного обеспечения.

Ключевые слова: глиальные опухоли, магнитно-резонансная томография, нейровизуализация, нейроонкология, радиогеномика, радиомика, Dependence Entropy, IDH-мутация.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование проводилось без спонсорской поддержки.

Соответствие нормам этики. Авторы подтверждают, что соблюдены права людей, принимавших участие в исследовании, включая получение информированного согласия в тех случаях, когда оно необходимо.

Для цитирования: Маслов Н.Е., Труфанов Г.Е., Моисеенко В.М., Валенкова Д.А., Ефимцев А.Ю., Плахотина Н.А., Сидорина А.С. Разработка принципов адаптации радиогеномного подхода к визуализации глиальных опухолей в рамках инициальных диагностических мероприятий. *Вестник медицинского института «РЕАВИЗ». Реабилитация, Врач и Здоровье.* 2024;14(1):168–176. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2024.1.MIM.3>

RADIOGENOMIC APPROACH TO GLIAL TUMORS IMAGING UNDER CONDITIONS OF INITIAL DIAGNOSTIC MEASURES: ADAPTATION PRINCIPLES DEVELOPMENT

Nikita E. Maslov^{1,2}, Gennadiy E. Trufanov¹, Vladimir M. Moiseenko², Dar'ya A. Valenkova³, Aleksandr Yu. Efimtsev¹, Nadezhda A. Plakhotina^{1,4}, Anastasiya S. Sidorina¹

¹Almazov National Medical Research Centre, 2, Akkuratova str., St. Petersburg, 197341, Russia

²Saint-Petersburg clinical scientific and practical center for specialized types of medical care (oncological), 68A, Leningradskaya str., village Pesochnyi, St. Petersburg, Russia

³Saint Petersburg Electrotechnical University «LETI», 5F, Professor Popov str., St. Petersburg, 197022, Russia

⁴Medical Institute named after Berezin Sergey, 24-26, 6th Sovetskaya str., St. Petersburg, 191144, Russia

Abstract. *Introduction.* Radiomics is a rapidly developing field in oncology visualization aimed at searching for prognostically effective imaging features associated with specific genetic events that determine various characteristics of the disease course. According to numerous studies, the presence of IDH mutations in glial tumors determines a longer overall survival. Despite the fact that biopsy is considered to be the «gold standard» for brain tumors differential diagnosis, it is though quite difficult to perform due to the complexity of surgical access, common cases of the repeat procedure impossibility, serious complications and mortality. *Aim:* a search for imaging features providing prognostic data on the presence of certain mutations and gene expression in gliomas, obtained using traditional pulse sequences and characterized by the absence of restrictions on applicability depending on the tumors visible morphological features. *Material and methods:* retrospective analysis of 49 eligible patients' primary brain MRI data between 2021 and 2023 from Almazov National Medical Research Centre (n = 31) and Napalkov Oncological Centre (n = 18) with glial tumors and subsequently identified status of the target variable; preprocessing of MR images using the histogram matching; regions of interest determination and semi-automated slice-by-slice segmentation with subsequent extraction of radiomics features; search for predictive radiomics features regarding the status of target variable using statistical analysis tools. *Results.* Dependence Entropy was found to be highly effective as a predictor of IDH mutations (area under the ROC-curve - 0.766 [0.627-0.880]). *Conclusions.* We determined a target variable for the development of a predictive model (IDH status), a pulse sequence (T2-Tirm), a tool for initial imaging data preprocessing (histogram matching), regions of interest (tumor-associated T2-Tirm-hyperintensity including cystic and/or necrotic lesions). As a result, a statistically significant relationship between the Dependence Entropy feature and IDH status of glial tumors was found. In the course of further work it is planned to increase the size of a database, improve the accuracy of the existing statistical model, search for relevant radiomic features extracted using other traditional pulse sequences, create a comprehensive predictive radiogenomics model and develop a software.

Keywords: glial tumors, magnetic resonance imaging, neuroimaging, neurooncology, radiogenomics, radiomics, Dependence Entropy, IDH mutation.

Competing interests. The authors declare no competing interests.

Funding. This research received no external funding.

Compliance with ethical principles. The authors confirm that they respect the rights of the people participated in the study, including obtaining informed consent when it is necessary.

Cite as: Maslov N.E., Trufanov G.E., Moiseenko V.M., Valenkova D.A., Efimtsev A.Yu., Plakhotina N.A., Sidorina A.S. Radiogenomic approach to glial tumors imaging under conditions of initial diagnostic measures: adaptation principles development. *Bulletin of the Medical Institute "REAVIZ". Rehabilitation, Doctor and Health.* 2024;14(1):168-176. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2024.1.MIM.3>

Введение

Радиомика представляет собой количественный подход к интерпретации медицинских изображений, связанный с извлечением из них определённых данных, так называемых «радиомических характеристик», недоступных «невооружённому» глазу, и дальнейшим их преобразованием в цифровые показатели, как правило, с целью последующего радиогеномного анализа, включающего выявление тех из них, которые обладают статистически достоверной взаимосвязью с экспрессируемыми иммуногистохимическими и молекулярно-генетическими показателями при изучаемой патологии. Таким образом, наиболее стремительно данное направление развивается в сфере онкологической визуализации.

С использованием инструментов радиомики возможен поиск прогностически эффективных визуализационных признаков, отражающих изменения на пиксельном и воксельном уровнях и ассоциирующихся с конкретными генетическими и эпигенетическими событиями, обуславливающими различные клинические характеристики течения заболевания (степени злокачественности новообразований, исхо-

ды, выживаемость и т.д.), благодаря чему в частности становится возможной потенциальная оптимизация сортировки онкологических пациентов по принципу приоритетности проведения хирургического вмешательства, уровню сложности комбинированной терапии, т.н. «виртуальная биопсия».

«Золотым стандартом» дифференциальной диагностики опухолей головного мозга на сегодняшний день является биопсия с последующими иммуногистохимическим и, в ряде случаев, молекулярно-генетическим исследованиями. Однако, возникающие зачастую затруднения обусловлены сложностью оперативного доступа, периодической невозможностью проведения повторной процедуры, а также серьёзными хирургическими и неврологическими осложнениями (по данным долгосрочного исследования Di Bonaventura R. и соавт. (2021), 2,1% и 3,2% соответственно) и летальностью [1].

В то же время в лучевой диагностике методом выбора для характеристики патологического образования головного мозга остаётся магнитно-резонансная томография, обеспечивающая наивысшую степень дифференциации тканей с помощью различных им-

пульсных последовательностей [2]. При этом текущие радиомические исследования отражают обширные возможности выявления взаимосвязей между визуализационными паттернами («простыми»: размер, форма, локализация и т.д., и «сложными» – радиомическими: текстура, интенсивность и т.д.) и иммуногистохимическими/молекулярно-генетическими особенностями глиом с использованием всевозможных методов и методик лучевой диагностики – например, одним из наиболее результативных направлений радиогеномики глиальных опухолей является прогнозирование их типов, классов и степеней злокачественности *in vivo* с помощью протонной магнитно-резонансной спектроскопии, в частности в сочетании с данными диффузионно-тензорной визуализации [3].

Цель исследования

Таким образом, целью данного исследования является поиск не менее актуальных, на наш взгляд, МР-паттернов, характеризующихся отсутствием ограничений по применимости в зависимости от видимых морфологических особенностей новообразования и предоставляющих прогностические данные о наличии мутаций и уровнях экспрессии иммуногистохимических/молекулярно-генетических маркеров глиом (а стало быть об исходах заболевания и степенях злокачественности опухолей), получаемых с использованием именно традиционных импульсных последовательностей, что, в свою очередь, минимизирует проблему доступности определённых методик, формируя новые возможности оптимизации специализированной медицинской помощи.

Задачи:

- определение целевой иммуногистохимической/молекулярно-генетической переменной для потенциальной разработки предиктивной модели;
- выбор импульсных последовательностей для последующего радиомического анализа;
- создание базы данных первичных МР-изображений головного мозга пациентов с глиальными опухолями и известным статусом целевой переменной;
- препроцессинг исходных данных визуализации с целью их унификации при условии включения в последующий радиомический анализ изображений, полученных с использованием различных МР-томографов;
- определение зон интереса в структуре диагностических изображений и их сегментация;
- извлечение радиомических характеристик, присущих зонам интереса;
- поиск статистически достоверных взаимосвязей между радиомическими характеристиками и целевой переменной.

Материал и методы

Был проведён ретроспективный анализ первичных данных МРТ головного мозга 49 пациентов с глиальными опухолями и впоследствии идентифицированным статусом целевой иммуногистохимической/молекулярно-генетической переменной за 2021–2023 гг. из архива ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» МЗ РФ ($n = 31$) и ГБУЗ «СПб КНпЦСВМП(о) им. Н.П. Напалкова» ($n = 18$).

Критерии включения в исследование:

- гистологически верифицированное первичное объёмное образование глиального ряда;
- идентифицированный статус целевой переменной;
- супратенториальная локализация процесса;
- наличие данных следующих импульсных последовательностей в структуре протокола исследования: T2, T2-Tirm (T2-FLAIR), T1-CE, DWI, ADC.

Критерии исключения:

- предшествующие оперативные вмешательства, химио- и радиолечение;
- аномалии развития головного мозга;
- артефакты.

МР-исследования проводились на томографах с силой индукции магнитного поля 1,5 и 3 Тл, с применением специальной МР-катушки для головы «Head Coil», в трёх взаимно перпендикулярных плоскостях. Традиционный протокол исследования включал следующие импульсные последовательности: T2, T2-Tirm (T2-FLAIR), T1, T1-CE, SWI, DWI, ADC.

Препроцессинг изображений осуществлялся автоматически с использованием программного пакета с открытым кодом по методике сопоставления гистограмм, заключающейся в нормализации значений по шкале серого цвета исходных изображений на основе данных показателей для избранных эталонных изображений (МРТ головного мозга в норме) в пределах одной импульсной последовательности путём автоматизированного преобразования исходных данных визуализации таким образом, чтобы их гистограммы соответствовали таковой для эталонных изображений (фоновые пиксели были исключены как из исходных, так и из эталонной гистограмм) (рис. 1).

Также с помощью вышеупомянутого программного обеспечения посрезово осуществлялось выделение зон интереса по методике полуавтоматизированной сегментации (рис. 2) с последующей экстракцией присущих им радиомических характеристик – по 874 для каждой зоны интереса. Помимо этого, использовалось расширение, инкапсулирующее библиотеку Pyradiomics, где, в сочетании с методами выбора и классификации признаков, полученные данные были изучены с точки зрения их производительности и стабильности для прогнозирования. Функции соответствуют определениям

таковых, описанным Инициативой по стандартизации биомаркеров изображений (The Image Biomarker Standardization Initiative – IBSI).

Поиск релевантных радиомических признаков, характеризующихся наличием статистически достоверной связи с целевой переменной, выполнялся с применением инструментов предиктивного статистического анализа, логистической регрессии. В

качестве регрессионной модели использовался алгоритм Least Absolute Shrinkage and Selection Operation (LASSO). Штрафной коэффициент (лямбда) был выбран таким образом, чтобы быть максимально экономным и обеспечить ошибку оценки ниже одного стандартного отклонения от минимальной ошибки, полученной при 10-кратной перекрёстной проверке.



Рисунок 1. Пример применения методики сопоставления гистограмм. Слева направо: гистограмма и исходные МР-изображения головного мозга, взвешенные по T2-Tirm, аксиальный срез, – образование в левой гемисфере; гистограмма и эталонные МР-изображения головного мозга в норме, взвешенные по T2-Tirm, аксиальный срез; результирующие гистограмма и МР-изображения головного мозга для данного пациента, взвешенные по T2-Tirm, аксиальный срез, – после применения методики сопоставления гистограмм

Figure 1. Example of application of histogram matching technique. Left to the right: histogram and original MR images of the brain, weighted by T2-Tirm, axial section, formation in the left hemisphere; histogram and reference MR images of the brain are normal, T2-Tirm weighted, axial slice; resulting histogram and MR-T2-Tirm-weighted brain images for a given patient, axial slice, – after applying the histogram matching technique

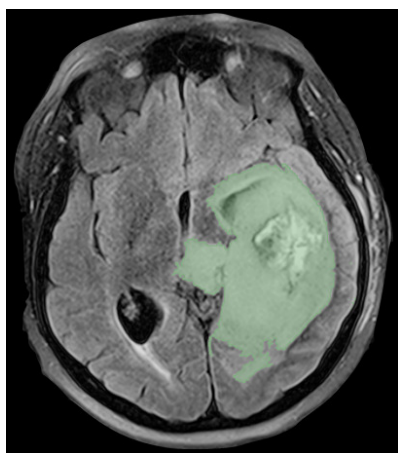


Рисунок 2. Пример выполнения посрезовой полуавтоматизированной сегментации зоны гиперинтенсивного МР-сигнала на T2-Tirm, ассоциирующей с опухолевым поражением. МР-изображение головного мозга, взвешенное по T2-Tirm, аксиальный срез, после применения методики сопоставления гистограмм – образование в левой гемисфере

Figure 2. An example of performing a slice-by-slice semi-automated segmentation of the zone of hyperintense MR signal on T2-Tirm, associated with tumor lesions. MR image of the head brain, T2-Tirm weighted, axial section, after application of the technique histogram comparisons – formation in the left hemisphere

Результаты

В соответствии с обновлённой классификацией Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) опухолей центральной нервной системы (ЦНС) (2021), определение IDH-статуса (Isocitrate dehydrogenase) является стартовым дифференциально-диагностическим этапом идентификации степеней злокачественности образований головного мозга. По данным многочисленных исследований, наличие IDH-мутации при глиальных опухолях ассоциировано с большей общей выживаемостью (например, согласно исследованию Han S. и соавт. (2020), значения медианы выживаемости при глиобластоме IDH-дикого и мутантного типов (по классификации ВОЗ опухолей ЦНС от 2016 г.) равны 15 и 31 месяцу соответственно) [4].

Таким образом, в качестве целевой иммуногистохимической переменной для разработки предиктивной модели на основе данных визуализации был определён IDH-статус глиальных опухолей.

Patel S.H и соавт. (2021) разработали простой в использовании МР-паттерн, позволяющий прогно-

зировать IDH-статус глиальных опухолей, – «подавление сигнала от жидкости в контраст-негативной части опухоли» (Fluid attenuation in non-contrast enhancing tumor – далее «FAINCET») [6]. Данный визуализационный маркер применяется по отношению к контраст-негативному компоненту образования и статистически достоверно соотносится с IDH-мутацией при условии наличия зоны гипоинтенсивного МР-сигнала на T2-FLAIR в структуре контраст-негативного участка, характеризующейся гиперинтенсивным МР-сигналом на T2-ВИ. За основу был взят широко известный феномен «T2/FLAIR mismatch», зарекомендовавший себя в качестве высокоспецифичного предиктора IDH-мутантных астроцитом. Зоны некроза, гиперклеточности или гиперваскуляризации, зачастую наличествующие в структуре глиом, демонстрируют визуализационные характеристики, несопоставимые с применением «T2-FLAIR mismatch»: Foltyn M. и соавт. в 2020 г. обнаружили, что данный МР-паттерн не соблюдался ни в одном из 295 случаев глиобластомы, 5 из которых были IDH-мутантными (по классификации ВОЗ опухолей ЦНС от 2016 г.) [5]. Несмотря на то, что феномен подавления сигнала от жидкости в контраст-негативной части опухоли аналогичным образом связан с наличием зоны несоответствия гиперинтенсивного МР-сигнала на T2-ВИ и гипоинтенсивного – на T2-FLAIR, для его применения отсутствует необходимость соблюдения данного принципа большей частью опухоли, и кроме того, как было сказано выше, данный паттерн явно применим к участкам, не накапливающим контрастный препарат (рис. 3).

Таким образом, вышеописанный признак визуализации имеет большой потенциал применения по отношению к морфологически неоднородным опухолям, таким как глиобластома [6].

С использованием сформированной базы данных нами был осуществлён предиктивный статистический анализ, в результате которого была подтверждена высокая прогностическая способность вышеописанного МР-паттерна по отношению к наличию IDH-мутаций (табл. 1-3).

Однако, в связи с невозможностью использования FAINCET по отношению к глиальным опухолям без видимого контраст-негативного компонента в структуре, очевидна необходимость разработки предиктивного МР-паттерна, характеризующегося отсутствием ограничений по применимости в зависимости от морфологических особенностей новообразования.

В соответствии с озвученным выше принципом нивелирования проблемы доступности «сложных» диагностических методик, визуализационные данные для радиомического анализа на текущем этапе исследования были получены с использованием импульсной последовательности T2-Tirm (T2-FLAIR) как неотъемлемой составляющей традиционного протокола МР-исследования головного мозга.

В связи с включением в анализ изображений, полученных с помощью различных МР-томографов, была осуществлена их автоматическая нормализация с использованием избранных эталонных изображений по методике сопоставления гистограмм, описанной выше.

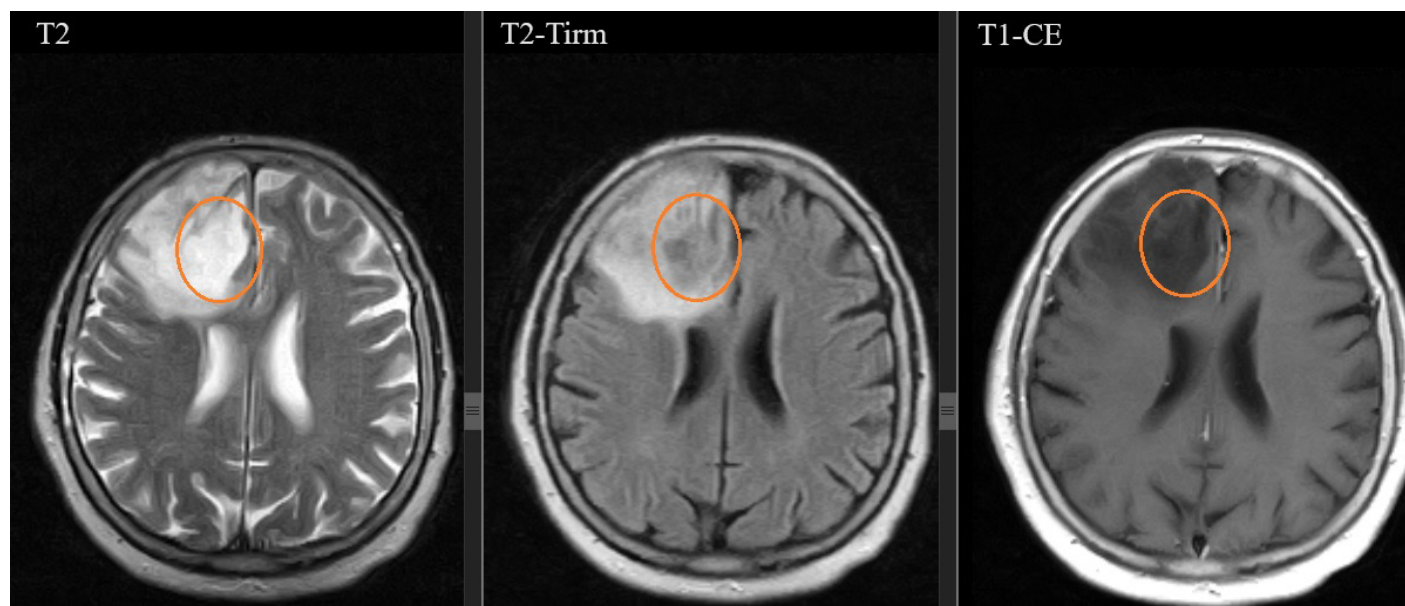


Рисунок 3. Феномен подавления МР-сигнала от жидкости в контраст-негативной части опухоли – диффузная глиома взрослого типа Grade 3 правой лобной доли головного мозга, IDH-mut

Figure 3. The phenomenon of suppression of the MR signal from liquid in contrast negative part of the tumor – diffuse glioma of the adult type, Grade 3, right frontal lobe of the brain, IDH-mut

Таблица 1. Одновариантный предиктивный анализ (IDH 0 – образования IDH-дикого типа, IDH 1 – IDH-мутантные опухоли)
Table 1. Single-variant predictive analysis (IDH 0 - wild-type IDH formations, IDH 1 - IDH-mutant tumors)

	Наличие FAINCET	IDH 0 (n = 27)	IDH 1 (n = 22)	n	p	Тест
FAINCET, n	нет	23 (85%)	8 (36%)	31	<0,001	Chi2
	да	4 (15%)	14 (64%)	18	-	-

Таблица 2. Модель логистической регрессии
Table 2. Logistic regression model

		Отношение шансов	p	Коэффициенты
Intercept		0,348 [0,146; 0,746]	0,01	-1,05
FAINCET	1 vs 0	10,1 [2,75; 44,6]	<0,001	2,29

Таблица 3. Показатели чувствительности и специфичности в соответствии с порогоми вероятности
Table 3. Sensitivity and specificity indicators according to probability thresholds

Порог вероятности	Чувствительность	Специфичность
0,0	100% [85-100%]	0% [0-13%]
0,2	100% [85-100%]	0% [0-13%]
0,4	64% [41-83%]	85% [66-96%]
0,6	64% [41-83%]	85% [66-96%]
0,8	0% [0-15%]	100% [87-100%]
1,0	0% [0-15%]	100% [87-100%]

С момента начала развития радиогеномного подхода к интерпретации данных МРТ при глиальных опухолях сформировались различные принципы определения зон интереса для последующего радиомического анализа, включающие сегментацию зоны перитуморальной гиперинтенсивности на T2-FLAIR, всей зоны гиперинтенсивного МР-сигнала на T2-ВИ, контраст-позитивной части опухоли на T1-CE и т.д. [7-9].

На данном этапе исследования нами была избрана тактика выделения всей зоны гиперинтенсивного МР-сигнала на T2-Tirm, ассоциирующей с опухолевым поражением, с захватом связанных кистозных и/или некротических компонентов, так как такой подход лимитирует потенциальные разночтения в процессе идентификации тех или иных структурных компонентов образования, возникающие несмотря на полуавтоматизированный характер сегментации, а также существенно ускоряет процесс определения зон интереса.

После осуществления посрезовой полуавтоматизированной сегментации утверждённых зон интереса (IDH-мутантные образования: n = 22; опухоли IDH-дикого типа: n = 27) для каждой из них были извлечены по 874 радиомические характеристики. В результате радиомического анализа было обнаружено, что параметр Dependence Entropy (DE) связан с IDH-статусом со значением $p < 0,01$. Прогнозный анализ основывался на логистической регрессии для получения вероятности принадлежности каждого образования к группе IDH-мутантных; в связи со сравнительно небольшим объёмом выборки был проведён непараметрический тест Мэнна – Уитни (табл. 4, 5, рис. 4).

На основе проведённого анализа распределения данных можно сделать вывод, что две выборки различимы. С целью проверки производительности модели была рассчитана ROC-кривая на основе бутстреп-пересчёта (100 итераций) с использованием тех же процедур выбора переменных и расчёта коэффициентов логистической регрессии (табл. 6, рис. 5).

Таблица 4. Одновариантный предиктивный анализ (IDH 0 – образования IDH-дикого типа, IDH 1 – IDH-мутантные опухоли)
Table 4. Single-variant predictive analysis (IDH 0 - wild-type IDH formations, IDH 1 - IDH-mutant tumors)

	IDH 0 (n = 27)	IDH 1 (n = 22)	n	p	Тест
Dependence Entropy, median [Q25-75]	4,68 [4,62; 4,73]	4,62 [4,55; 4,64]	49	<0,01	Mann-Whitney

Таблица 5. Модель логистической регрессии
Table 5. Logistic regression model

	Отношение шансов	p	Коэффициенты
Intercept	+Inf [+Inf; +Inf]	<0,01	81,5
Dependence Entropy	0 [0; 0,000583]	<0,01	-17,6

Таблица 6. Показатели чувствительности и специфичности в соответствии с порогоми вероятности
Table 6. Sensitivity and specificity indicators according to probability thresholds

Порог вероятности	Чувствительность	Специфичность
0,0	100% [85-100%]	0% [0-13%]
0,2	95% [77-100%]	31% [14-52%]
0,4	77% [55-92%]	65% [44-83%]
0,6	36% [17-59%]	81% [61-93%]
0,8	23% [7,8-45%]	100% [87-100%]
1,0	0% [0-15%]	100% [87-100%]

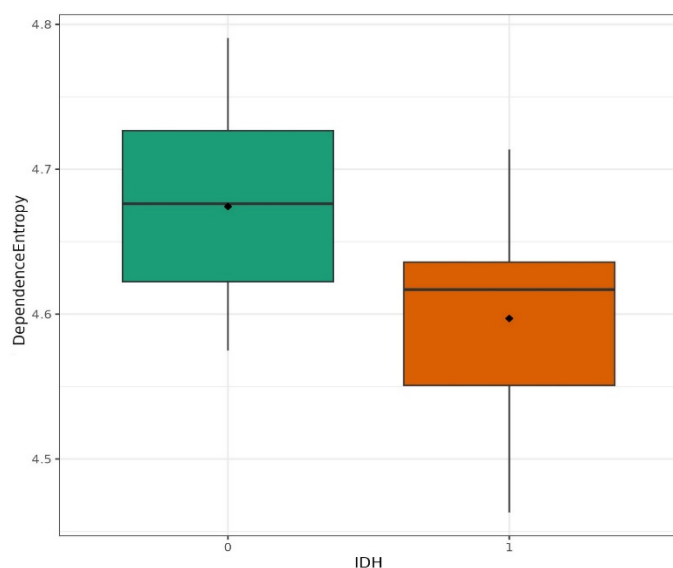


Рисунок 4. Коробчатая диаграмма распределения значений Dependence Entropy в зависимости от IDH-статуса

Figure 4. Boxplot of distribution of Dependence Entropy values depending on IDH status

Показатель Dependence Entropy относится к семейству Gray Level Dependence Matrix (матрица яркостной зависимости), характеризующему пространственные связи между созависимыми пикселями/вокселями относительно расстояния и угла между ними. Энтропия, в свою очередь, отражает неравномерность (хаотичность) текстуры – иными словами, неопределённость в значениях серого в структуре изображения: низкое значение признака соответствует неоднородной текстуре, высокое – однородной [10].

Таким образом, на основе числовых показателей Dependence Entropy для исследуемой когорты пациентов была построена статистическая модель, позволяющая с определённой степенью достоверности неинвазивно прогнозировать IDH-статус глиальных опухолей в соответствии с полученными значениями данного радиомического признака.

Обсуждение

В процессе исследования была выявлена необходимость поиска радиомического признака, не зависящего в своей потенциальной применимости от структурной неоднородности новообразования, а также достоверно ассоциирующегося с IDH-статусом как неотъемлемой стартовой дифференциально-диагностической характеристикой глиальных опухолей [6].

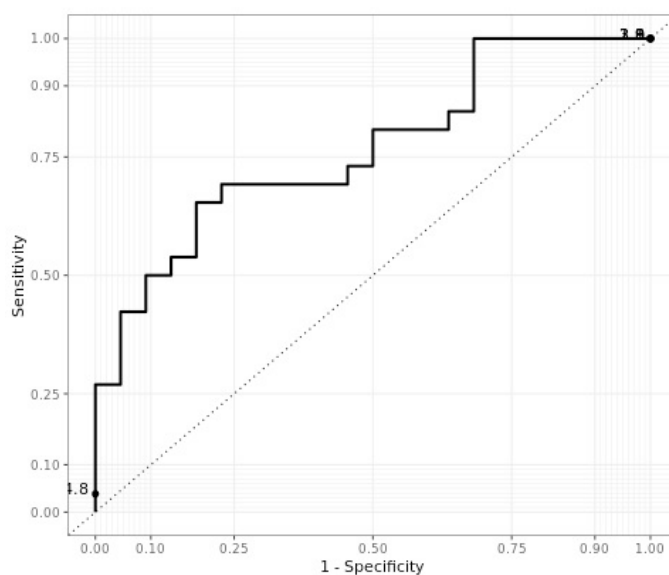


Рисунок 5. ROC-кривая, демонстрирующая предиктивную способность Dependence Entropy в отношении IDH-статуса; площадь под кривой – 0,766 [0,627-0,880]. Значение близко к 1, следовательно, классификатор может правильно различать все положительные и отрицательные точки класса

Figure 5. ROC curve demonstrating predictive ability. Dependence Entropy regarding IDH status; area under the curve – 0.766 [0.627-0.880]. The value is close to 1, therefore the classifier can correctly distinguish between all positive and negative points of the class

С применением инструментов предиктивного анализа, логистической регрессии была доказана возможность достоверного уточнения экспрессии иммуногистохимических/молекулярно-генетических характеристик глиальных опухолей путём использования традиционных импульсных последовательностей, а также дальнейшего изучения определённых наборов визуализационных признаков.

Таким образом, был выявлен радиомический показатель Dependence Entropy, отражающий неравномерность пространственных связей между созависимыми вокселями в пределах зон интереса. Учитывая автоматизированный характер препроцессинга исходных изображений и извлечения радиомических признаков, а также, ввиду обоснованности тактики сегментации всего ассоциирующегося с опухолевым образованием участка гиперинтенсивного МР-сигнала на T2-Tirm, существенно сократилось время, необходимое для подготовки данных к получению значений Dependence Entropy, что, в условиях отсутствия соответствующего специализированного программного обеспечения, потенциально может ускорить процесс принятия клинических решений в рамках инициальных диагностических мероприятий, оптимизируя маршрутизацию пациентов с опухолями глиального ряда, вследствие чего предполагается улучшение клинических исходов.

Заключение

Проведённое исследование характеризуется рядом общих ограничений, требующих коррекции и зачастую присущих многим разработкам с сфере радиогеномики и радиомики. Так, в ходе дальнейшей работы планируется увеличение базы первичных данных MPT головного мозга пациентов с глиальными опухолями и впоследствии идентифицированным IDH-статусом, повышение точности имеющейся статистической модели путём тестирования дополнительных препроцессинговых методик, а также разработки альтернативных подходов к сегментации зон интереса, в частности – с использованием принципа пороговых значений. Помимо этого, будет осуществлён поиск радиомических характеристик, статистически достоверно соотносящихся с IDH-статусом и экстрагируемых с использованием иных традиционных импульсных последовательностей, с целью финального выделения наиболее практически значимых результатов и создания на их базе комплексной предиктивной радиогеномной модели, модифицирующей дифференциально-диагностический алгоритм интерпретации данных MPT головного мозга при глиальных опухолях в условиях первичного нейровизуализационного исследования и позволяющей осуществлять неинвазивное прогнозирование генотипа новообразований. Впоследствии, на основании полученных результатов, планируется разработка автоматизированного программного обеспечения.

Выводы

На текущем этапе исследования был решён ряд концептуальных задач, благодаря чему становится возможной дальнейшая мультидисциплинарная ра-

бота в соответствии с вышеобозначенными направлениями.

Согласно обновлённой классификации ВОЗ опухолей ЦНС (2021) и на основании данных многочисленных научных исследований, в соответствии с которыми наличие IDH-мутации при глиальных опухолях ассоциировано с большей общей выживаемостью, в качестве целевой иммуногистохимической характеристики для потенциальной разработки предиктивной модели был определён IDH-статус.

Соблюдая принцип использования для последующего радиомического анализа широко доступных методик нейровизуализации, данные извлекались из изображений, взвешенных по T2-Tirm.

В связи с необходимостью унификации исходных МР-изображений осуществлялся их препроцессинг – в качестве инструмента была избрана методика сопоставления гистограмм.

Несмотря на использование полуавтоматизированной сегментации, с целью ускорения данного процесса и минимизации разночтений, регулярно возникающих при выделении тех или иных структурных компонентов новообразования и неизбежно оказывающих влияние на количественные показатели при разработке и дальнейшем использовании статистической модели, в качестве зон интереса были определены участки гиперинтенсивного МР-сигнала на T2-Tirm, ассоциирующиеся с опухолевым поражением, а также кистозные и/или некротические компоненты на их фоне.

В результате проделанной работы была найдена статистически достоверная взаимосвязь между радиомической характеристикой Dependence Entropy и IDH-статусом глиальных опухолей.

Литература [References]

- Di Bonaventura R, Montano N, Giordano M, et al. Reassessing the Role of Brain Tumor Biopsy in the Era of Advanced Surgical, Molecular, and Imaging Techniques-A Single-Center Experience with Long-Term Follow-Up. *J Pers Med*. 2021;11(9):909. Published 2021 Sep 12. <https://doi.org/10.3390/jpm11090909>
- Kelly PJ, Daumas-Duport C, Kispert DB, Kall BA, Scheithauer BW, Illig JJ. Imaging-based stereotaxic serial biopsies in untreated intracranial glial neoplasms. *J Neurosurg*. 1987;66(6):865-874. <https://doi.org/10.3171/jns.1987.66.6.0865>
- Lin K, Cidan W, Qi Y, Wang X. Glioma grading prediction using multiparametric magnetic resonance imaging-based radiomics combined with proton magnetic resonance spectroscopy and diffusion tensor imaging. *Med Phys*. 2022;49(7):4419-4429. <https://doi.org/10.1002/mp.15648>
- Han S, Liu Y, Cai SJ, et al. IDH mutation in glioma: molecular mechanisms and potential therapeutic targets. *Br J Cancer*. 2020;122(11):1580-1589. <https://doi.org/10.1038/s41416-020-0814-x>
- Foltyn M, Nieto Taborda KN, Neuberger U, et al. T2/FLAIR-mismatch sign for noninvasive detection of IDH-mutant 1p/19q non-codeleted gliomas: validity and pathophysiology. *Neurooncol Adv*. 2020;2(1):vdaa004. Published 2020 Jan 10. <https://doi.org/10.1093/oaajnl/vdaa004>
- Patel SH, Batchala PP, Muttikkal TJE, et al. Fluid attenuation in non-contrast-enhancing tumor (nCET): an MRI Marker for Isocitrate Dehydrogenase (IDH) mutation in Glioblastoma. *J Neurooncol*. 2021;152(3):523-531. <https://doi.org/10.1007/s11060-021-03720-y>
- Zinn PO, Mahajan B, Sathyan P, et al. Radiogenomic mapping of edema/cellular invasion MRI-phenotypes in glioblastoma multiforme [published correction appears in PLoS One. 2012;7(2). <https://doi.org/10.1371/annotation/b5267cb3-6aa7-47fc-a648-47f30a7cff3e>
- Majadan, Bhanu [corrected to Mahajan, Bhanu]. *PLoS One*. 2011;6(10):e25451. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0025451>
- Aghi M, Gaviani P, Henson JW, Batchelor TT, Louis DN, Barker FG 2nd. Magnetic resonance imaging characteristics predict epidermal growth factor receptor amplification status in glioblastoma. *Clin Cancer Res*. 2005;11(24 Pt 1):8600-8605. <https://doi.org/10.1158/1078-0432.CCR-05-0713>
- Diehn M, Nardini C, Wang DS, et al. Identification of noninvasive imaging surrogates for brain tumor gene-expression modules. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2008;105(13):5213-5218. <https://doi.org/10.1073/pnas.0801279105>
- Тымчук А.И. О текстурных признаках в задаче сегментации аэрофотоснимков на основе матриц яркостной зависимости. *Кибернетика и программирование*. 2018;6:31-39. Tymchuk AI. Textural signs in the problem of segmentation of aerial photographs based on luminance dependence matrices. *Cybernetics and programming*. 2018;6:31-39. (In Russ). <https://doi.org/10.25136/2644-5522.2018.6.28395>

Авторская справка

Маслов Никита Евгеньевич

Аспирант кафедры лучевой диагностики и медицинской визуализации с клиникой, Национальный медицинский исследовательский центр имени В.А. Алмазова; врач-рентгенолог отделения лучевой диагностики, Санкт-Петербургский клинический научно-практический центр специализированных видов медицинской помощи (онкологический) имени Н.П. Напалкова.

ORCID 0000-0001-6098-9146; atickinwallsome@gmail.com

Вклад автора: анализ клинических данных.

Труфанов Геннадий Евгеньевич

Д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой лучевой диагностики и медицинской визуализации с клиникой, заведующий НИО лучевой диагностики, Национальный медицинский исследовательский центр имени В.А. Алмазова.

ORCID 0000-0002-1611-5000

Вклад автора: анализ данных литературы.

Моисеенко Владимир Михайлович

Член-корр. РАН, профессор, директор, Санкт-Петербургский клинический научно-практический центр специализированных видов медицинской помощи (онкологический) имени Н.П. Напалкова.

ORCID 0000-0002-2246-0441

Вклад автора: анализ данных литературы, трендов.

Валенкова Дария Андреевна

Инженер информационно-методического центра факультета компьютерных технологий и информатики, Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ».

ORCID 0009-0005-3042-1476

Вклад автора: анализ данных, обработка изображения.

Ефимцев Александр Юрьевич

Д-р мед. наук, доцент кафедры лучевой диагностики и медицинской визуализации с клиникой, ведущий научный сотрудник НИИ лучевой визуализации, Национальный медицинский исследовательский центр имени В.А. Алмазова.

ORCID 0000-0003-2249-1405

Вклад автора: анализ данных, обработка изображения.

Плахотина Надежда Александровна

Канд. мед. наук, ассистент кафедры лучевой диагностики и медицинской визуализации с клиникой, Национальный медицинский исследовательский центр имени В.А. Алмазова; врач-рентгенолог Центра лучевой диагностики Медицинского института им. Березина Сергея.

ORCID 0000-0001-9131-7924

Вклад автора: анализ данных литературы, трендов.

Сидорина Анастасия Сергеевна

Ординатор кафедры лучевой диагностики и медицинской визуализации с клиникой по специальности «Рентгенология», Национальный медицинский исследовательский центр имени В.А. Алмазова.

ORCID 0000-0001-5439-4189

Вклад автора: анализ данных литературы, трендов.

Author's reference

Nikita E. Maslov

Postgraduate student of the Department of Radiation Diagnostics and Medical Certification with the clinic, Almazov National Medical Research Centre; radiologist of the Department of Radiation Diagnostics, Saint-Petersburg clinical scientific and practical center for specialized types of medical care (oncological).

ORCID 0000-0001-6098-9146; atickinwallsome@gmail.com

Author's contribution: clinical data analysis.

Gennadiy E. Trufanov

Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Radiation Diagnostics and Medical Imaging with Clinic, Head of the Research Institute of Radiation Diagnostics, Almazov National Medical Research Centre.

ORCID 0000-0002-1611-5000

Author's contribution: literature data analysis.

Vladimir M. Moiseenko

Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Professor, Director, Saint-Petersburg clinical scientific and practical center for specialized types of medical care (oncological).

ORCID 0000-0002-2246-0441

Author's contribution: analysis of literature data, trends.

Dar'ya A. Valenkova

Engineer of the Information and Methodological Center of the Faculty of Computer Technology and Informatics, Saint Petersburg Electrotechnical University «LETI».

ORCID 0009-0005-3042-1476

Author's contribution: data analysis, image processing.

Aleksandr Yu. Efimtsev

Dr. Sci. (Med.), Associate Professor of the Department of Radiation Diagnostics and Medical Imaging with the clinic, leading researcher at the Institute of Radiation Imaging, Almazov National Medical Research Centre.

ORCID 0000-0003-2249-1405

Author's contribution: data analysis, image processing.

Nadezhda A. Plakhotina

Cand. Sci. (Med.), Assistant of the Department of Radiation Diagnostics and Medical Imaging with Clinic, Almazov National Medical Research Centre; Radiologist at the Center for Radiation Diagnostics, Medical Institute named after Berezin Sergey.

ORCID 0000-0001-9131-7924

Author's contribution: analysis of literature data, trends.

Anastasiya S. Sidorina

Resident of the Department of Radiation Diagnostics and Medical Imaging with a clinic specializing in Radiology, Almazov National Medical Research Centre.

ORCID 0000-0001-5439-4189

Author's contribution: analysis of literature data, trends.

СОВРЕМЕННЫЙ ВЗГЛЯД НА ДИАГНОСТИКУ МАЛЬРОТАЦИИ КИШЕЧНИКА У НОВОРОЖДЁННЫХ: РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКИЙ И УЛЬТРАЗВУКОВОЙ МЕТОДЫ ВИЗУАЛИЗАЦИИ

К.С. Анпилогова, А.С. Сидорина, Г.Е. Труфанов

Национальный медицинский исследовательский центр имени В.А. Алмазова, ул. Акkuratова, д. 2, г. Санкт-Петербург, 197341, Россия

Резюме. Данный литературный обзор сделан с целью ознакомления с существующими методами лучевой диагностики, используемыми для диагностики мальротации кишечника у новорожденных. Он включает 28 источников, написанных за период с 2001 г. по 2021 г., рассматривающих методы лучевой диагностики как по отдельности, так и в комбинации друг с другом. Отбор статей производился из научных медицинских журналов, находящихся в открытом доступе, а также среди работ, которые цитировались в первоначальных источниках. В обзоре приведены исследования, показывающие преимущества и недостатки методов, в частности наиболее подробно рассматривается возможность замещения рентгенологического метода ультразвуковым. Ознакомившись с мнением разных авторов, можно сделать вывод, что, несмотря на преимущества и хорошо разработанную технику применения последнего, полностью отказаться от рентгенологического метода с применением контрастирующего препарата на данный момент не представляется возможным.

Ключевые слова: мальротация кишечника, новорожденные, ультразвуковой метод, рентгенологический метод.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование проводилось без спонсорской поддержки.

Для цитирования: Анпилогова К.С., Сидорина А.С., Труфанов Г.Е. Современный взгляд на диагностику мальротации кишечника у новорожденных: рентгенологический и ультразвуковой методы визуализации. *Вестник медицинского института «РЕАВИЗ». Реабилитация, Врач и Здоровье.* 2024;14(1):177-182. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2024.1.MIM.4>

CURRENT VIEW ON THE DIAGNOSIS OF INTESTINAL MALROTATION IN NEONATES: RADIOLOGIC AND ULTRASOUND IMAGING TECHNIQUES

K.S. Anpilogova, A.S. Sidorina, G.E. Trufanov

Almazov National Medical Research Centre, 2, Akkuratova str., St. Petersburg, 197341, Russia

Abstract. This literature review aims to acquaint readers with current radiological diagnostic methods utilized in detecting intestinal malrotation in newborns. The review incorporates 28 sources published from 2001 to 2021, examining radiological diagnostic methods both individually and in combination. Article selection was conducted from open-access scientific medical journals and references cited in the primary sources. The review encompasses studies highlighting the advantages and disadvantages of various techniques, with a specific focus on the potential substitution of the radiological method with ultrasound. Despite the benefits and well-established application techniques of the latter, based on the opinions of different authors, it can be concluded that a complete abandonment of the radiological method involving contrast agents is not currently feasible.

Keywords: intestinal malrotation, newborns, ultrasound method, radiologic method

Competing interests. The authors declare no competing interests.

Funding. This research received no external funding.

Cite as: Anpilogova K.S., Sidorina A.S., Trufanov G.E. Current view on the diagnosis of intestinal malrotation in neonates: radiologic and ultrasound imaging techniques. *Bulletin of the Medical Institute "REAVIZ". Rehabilitation, Doctor and Health.* 2024;14(1):177-182. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2024.1.MIM.4>

Актуальность

Синдром мальротации – это врождённая аномалия ротации и/или фиксации средней кишки, которая формируется в раннем периоде внутриутробного развития [1, 2]. Данная патология встречается с частотой от 1:500 до 1:6000 новорождённых, у мальчиков наблюдается в 2 раза чаще [3].

Средняя кишка у зародыша представляет собой желточную (пупочную) петлю и в норме, начиная с пятой недели гестации, обеспечивает поворот кишечника на 270° против часовой стрелки вокруг верхней брыжеечной артерии, благодаря выходу за пределы вентральной стенки туловища в пупочный канатик. Средняя кишка образует впоследствии тонкую кишку (краниальное колено), начиная от большого дуоденального сосочка двенадцатиперстной кишки, и проксимальную часть толстой кишки (каудальное колено). Из идущей за ней задней кишки развивается дистальная часть толстой кишки, начиная с левого ободочного изгиба. Нарушение данного процесса ведёт к возникновению такого порока развития как мальротация, требующего проведения хирургического вмешательства.

Аспекты эмбриогенеза и клинико-анатомическая характеристика отдельных форм мальротации кишечника подробно освещены в литературе [4].

В отечественной литературе для всех нарушений ротации принято использовать термин «мальротация», однако, если порок развития включает также нарушение фиксации, более корректно обозначать его как аномалию фиксации и (или) ротации кишечника. У детей с мальротацией петли кишки, не фиксированные должным образом, не удерживаются узкой брыжейкой [5].

Клиническая картина мальротации у новорожденных включает такие симптомы как срыгивание и рвота, диарея, вздутие живота, снижение веса, болезненность при пальпации живота, расширение венозной сети на передней брюшной стенке [6, 7].

Выживаемость детей с нарушением ротации и фиксации кишечника на сегодняшний день достаточно высокая (более 80%) [4, 8]. Однако положительный исход достижим только при условии своевременной диагностики и оперативного вмешательства. Вовремя не диагностированная мальротация может привести ко многим осложнениям, самым грозным из которых считается некроз кишечника.

Из вышесказанного следует важность своевременной и правильной диагностики такого серьезного врожденного порока развития как мальротация.

Цель исследования: оценить значимость и наиболее рациональный способ использования существующих методов лучевой диагностики в выявлении мальротации кишечника у новорожденных как по отдельности, так и в комбинации друг с другом.

Возможности методов лучевой диагностики

В статье 2014 года Tacket и соавт. [9] приводится подробный обзор методов медицинской визуализации с точки зрения их целесообразности и практичности в диагностике аномалий ротации и фиксации кишечника.

Рентгенография

Первым шагом в визуальной оценке органов брюшной полости у детей с подозрением на мальротацию служит недорогой и широко доступный метод классической рентгенографии, однако наиболее частая находка на обзорной рентгенограмме пациента с мальротацией – «умеренное количество газа в кишечнике». Очевидно, что рентгенограммы органов брюшной полости у новорожденных не могут исключить мальротацию, однако иногда они способны продемонстрировать картину, которая повлечёт за собой проведение хирургом диагностической лапароскопии с целью диагностики. Такими сигналами для доктора являются: неправильная топография петель кишечника, дуоденальная непроходимость (картина «двойного пузыря»), отсутствие газа в кишечнике дистальнее двенадцатиперстной кишки.

Ультразвуковой метод исследования

Ультразвуковой метод исследования (УЗИ) используется для определения взаиморасположения верхних мезентериальных сосудов, изменение их нормальной анатомии (верхняя брыжеечная артерия (ВБА) лежит слева от верхней брыжеечной вены (ВБВ)) может свидетельствовать о мальротации. Встречается полная инверсия мезентериальных сосудов в виде появления «знака водоворота»: заворота брыжейки и вместе с ней ВБА вокруг ВБА, данный ультразвуковой признак требует срочного дальнейшего диагностического исследования [10].

Некоторые авторы предложили использовать УЗИ для оценки расположения третьей части двенадцатиперстной кишки (D3). Menten и соавт. утверждают, что «ретромезентериальное положение D3 исключает мальротацию кишечника». Если D3 визуализируется между аортой и ВБА при получении поперечной и сагиттальной проекций аорто-мезентериального угла, это может указывать на нормальное вращение кишечника [11].

Ирригография

Введение контрастного вещества в прямую кишку предоставляет возможность оценки расположения толстой и тонкой кишки у новорожденных. При наличии мальротации на ирригограммах часто наблюдается левостороннее положение толстой кишки, в то время как петли тонкой кишки, как правило, занимают преимущественно правую половину брюшной полости. При мальротации также может определяться смещение слепой кишки, и поэтому клизма с контрастным препаратом может быть ис-

пользована для визуализации её положения. Однако при применении методов медицинской визуализации перед операцией выявлено, что аномальное положение слепой кишки, т.е. не в правом нижнем квадранте брюшной полости, обнаруживается в 80% и 87% случаев мальротации, доказанных интраоперационно соответственно [12]. Вместе с тем, нормально расположенную слепую кишку могут иметь до 20% пациентов с мальротацией [13].

Таким образом, хотя ирригография редко используется в изоляции, она может стать этапом, предшествующим хирургическому вмешательству, особенно если патология представляет собой острую угрозу, и аномальное положение кишечника коррелирует с результатами физикального осмотра пациента.

Энтеральное контрастирование

При проведении рентгенологического исследования для визуализации верхних отделов желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) используется энтеральное контрастирование. Этот метод включает в себя пероральное введение контрастного вещества или введение контраста через желудочный зонд с последующим получением изображений в процессе прохождения контраста через пищевод, желудок, двенадцатиперстную кишку и дуоденоюнальный переход. Качество полученных изображений в значительной степени зависит от положения пациента в момент проведения исследования, что представляет собой важный вопрос в области педиатрии.

Некоторые авторы, как группа из ЮАР в 2013 году, предлагали способы усовершенствования методики, как, например, использование внешних металлических маркеров, закреплённых вдоль средней линии тела пациента, контроль положения ребёнка во время исследования для лучшего контрастирования верхних отделов ЖКТ [14].

Компьютерная томография

Как и ультразвуковое исследование, компьютерную томографию (КТ) можно применять для оценки расположения D3, дуоденально-тощекишечного перехода и анатомического взаиморасположения верхней брыжеечной артерии и верхней брыжеечной вены. Исследование Тейлора показало, что КТ-изображение аномального положения D3 обладает чувствительностью и специфичностью для диагностики мальротации соответственно 97,3% и 99% [9].

Вместе с тем, из-за наличия анатомических вариантов нормы в соотношении ВБА/ВБВ точность выявления «аномального» соотношения данных сосудов для постановки диагноза мальротации составила 76,8% [15]. Уникальность использования КТ с контрастным усилением является его способность выявлять нарушения перфузии [16].

КТ может проводиться быстро и с минимальной инвазивностью, однако следует отметить, что дан-

ная процедура сопряжена со значительной дозой ионизирующего излучения в сравнении, к примеру, с серией рентгенограмм, применяемых для визуализации верхних отделов желудочно-кишечного тракта.

Магнитно-резонансная томография

Магнитно-резонансная томография (МРТ) считается самым дорогим методом визуализации. К её преимуществам относится отсутствие облучения, однако требованием к осуществлению исследования является неподвижность пациента, что неосуществимо в случае обследования новорожденных без использования анестезиологического пособия.

МРТ возможно использовать, как и КТ, как метод визуализации для выявления следующих признаков мальротации: незабрюшинное расположение двенадцатиперстной кишки, расширение её проксимального отдела, нарушение топографии кишечника и атипичное взаиморасположение ВБА/ВБВ [9].

Таким образом, наиболее целесообразно использовать для диагностики мальротации первые четыре из перечисленных методов медицинской визуализации. При отрицательном результате этих методов и сохраняющейся симптоматике следует рассмотреть вопрос о проведении КТ, однако только после оценки рисков получаемого облучения. Если результаты КТ также будут свидетельствовать об отсутствии аномалий ротации и/или фиксации кишечника, авторы рекомендуют прибегнуть к динамическому наблюдению за ребёнком и в дальнейшем при необходимости повторить пассаж контрастного препарата или прибегнуть к лапароскопической диагностике, если состояние пациента или результаты лабораторных обследований ухудшатся. Проведение МРТ в данном случае можно считать нецелесообразным [9].

Исключение такого серьёзного патологического состояния, как мальротация, должно быть частью каждого обследования верхних отделов ЖКТ у педиатрических пациентов, особенно у новорожденных и грудных детей. Серия снимков верхних отделов желудочно-кишечного тракта может помочь рентгенологу отличить нормальное положение кишечника от мальротации путём отображения положения дуоденоюнального перехода.

Дуоденоюнальный переход – основной ориентир при данном виде исследования. В основном он располагается на одном уровне или несколько ниже уровня луковицы двенадцатиперстной кишки, позади желудка. Относительно позвоночника положение данного анатомического ориентира в норме строго слева, однако может быть медиальнее левой ножки позвонка. Тощая кишка, в свою очередь, обычно расположена в левом верхнем квадранте брюшной полости, однако, будучи внутрибрюшной, она способна переходить вправо и

располагаться в правом верхнем квадранте, что не будет являться признаком мальротации. Когда тонкая кишка находится в левом верхнем квадранте, контрастирование верхних отделов ЖКТ даёт возможность обнаружить нарушение ротации двенадцатиперстной кишки. Необходимо помнить, что зона интереса может быть легко заслонена контрастным веществом, скопившемся в атруме или тощей кишке. В связи с тем, что точное очерчивание дуоденальной развертки часто представляется сложной задачей, Long F.R. и соавт. [17] считают, что в сомнительных случаях следует провести повторное рентгенологическое исследование тонкой кишки с контрастированием для вторичной оценки положения двенадцатиперстной кишки. Рентгеноскопия также может оказаться полезной.

Следовательно, при проведении пассажа контрастного вещества, помимо положения двенадцатиперстной кишки, оцениваются такие признаки, как её переход в тощую, имеющий вид конического или штопорообразного сужения; ход двенадцатиперстной кишки каудально и кпереди; вздутие двенадцатиперстной кишки. Кроме отсутствия привычного левостороннего положения дуоденоеюнального перехода, он также может располагаться низко – ниже пилоруса [18, 19].

Приблизительно в 15% случаев рентгенологические признаки оказываются неоднозначными и служат причиной ложноотрицательной и ложноположительной интерпретации. Наиболее частой причиной ложноположительного результата оказывается неумение отличить нормальные анатомические варианты, мимикрирующие под мальротацию. Такими примерами, особенно у детей младшего возраста, являются блуждающая двенадцатиперстная кишка, характеризующаяся извилистым ходом проксимального отдела, который пересекает среднюю линию на нормальном уровне, однако может характеризоваться петлеобразованием справа от позвоночника; подвижная двенадцатиперстная кишка и *duodenum inversum* [20].

Нормально расположенный дуоденоеюнальный переход может смещаться в нижнюю сторону расширенным желудком или прилежащим сегментом тонкой или толстой кишки. По данным других авторов, смещение книзу также может происходить вследствие увеличения селезенки, агенезии почек или трансплантации печени, а также важной особенностью детей младше 4 лет служит расслабление брюшинных связок, вследствие чего нормальный дуоденоеюнальный переход легко смещается при физикальном осмотре, расширении прилежащего сегмента кишки, а также при введении зонда при необходимости осуществления энтерального питания [21].

В свою очередь, использование ирригографии в диагностике мальротации упоминается в основном в русскоязычной литературе. На ирриграммах толстая кишка визуализируется преимущественно в левой половине брюшной полости при неполной ротации, при синдроме Ледда нисходящая ободочная кишка расположена в типичном месте, а восходящая и слепая определяются в правом верхнем квадранте брюшной полости или по средней линии. Может определяться конгломерат из петель тонкой, слепой, восходящей и поперечной кишки [22].

Несмотря на то, что дозы, получаемые новорожденными при проведении рентгенологического исследования, малы и не должны вызывать беспокойства, особенно когда его проводит опытный рентгенолог на современном оборудовании, многие авторы рассматривают в своих работах преимущества ультразвукового метода исследования и возможности его единоличного использования в диагностике мальротации.

Самое большое исследование по ультразвуковой диагностике мальротации было проведено в 1997 году Dufour D. и соавт. [23], они изучили 427 детей, из которых фактически только 360 человек были доступны для анализа, так как у остальных пациентов кишечный газ затруднял визуализацию мезентериальных сосудов. У 326 человек определялось нормальное взаиморасположение ВБА и ВБВ, однако из них у 9 подтвердилась мальротация на последующем рентгенологическом исследовании верхних отделов ЖКТ, у 6 из которых – интраоперационно. У 16 человек визуализировалась инверсия ВБА/ВБВ, у них же мальротация была заподозрена и на серии рентгенограмм при последующем контрастном исследовании, которая у 15 пациентов подтвердилась в ходе операции. У оставшихся 18 пациентов ВБВ располагалась кпереди от ВБА, у 5 – рентгеновское контрастное исследование подтвердило предварительный диагноз, у 3 из них – также путём хирургического вмешательства.

Авторы заключили, что нормальное расположение мезентериальных сосудов не исключает наличие аномалий ротации и/или фиксации кишечника и требует дальнейшего проведения рентгенологического исследования верхних отделов ЖКТ. Наличие атипичного взаиморасположения ВБА/ВБВ, в свою очередь, позволяет предполагать данный диагноз [23].

В 1992 году Weinberger и соавт. [24] проанализировали 249 человек, которым было назначено проведение УЗИ по причине рвоты. У 9 пациентов отмечалось атипичное расположение мезентериальных сосудов, у 6 из которых подтвердилась мальротация. Авторы, в свою очередь, подчеркивают, что визуализация инверсии ВБА/ВБВ требует дальнейшего обследования [24].

Из вышеописанных исследований следует, что многие авторы убеждены, что ультразвуковой метод не может стать универсальным в диагностике такого серьезного патологического состояния. Ashley L.M. и соавт. [25] представили в своей работе три случая, которые наглядно подтверждают данный вывод. В первом случае ультразвуковые и рентгенологические признаки мальротации помогли подтвердить диагноз, ребёнок был успешно прооперирован. Во втором случае УЗИ не выявило никаких патологических изменений, в то время как на рентгенологическом исследовании верхних отделов ЖКТ визуализировалась обструкция двенадцатиперстной кишки, мальротация была подтверждена интраоперационно. В третьем случае при ультразвуковом исследовании ВВВ определялась кпери и слева от ВБА, однако при последующем контрастировании на полученной серии рентгенограмм не наблюдалось отклонений от нормы, и предварительный диагноз мальротации был снят. Рентгенологическое контрастное исследование верхних отделов ЖКТ – исследование выбора [25].

Yousefzadeh D.K. и соавт. [26] являются теми авторами, которые убеждены, что ультразвуковое исследование способно исключить или подтвердить наличие мальротации. Они считают, что визуализация третьей части двенадцатиперстной кишки между аортой и ВБА свидетельствует о правильном внутриутробном развитии средней кишки и исключает наличие мальротации. Авторы подробно описывают методику и подтверждают свои выводы на практике: 26-ю опытными специалистами было проанализировано 33 новорождённых, у всех пациентов D3 располагалась ретроперитонеально.

Yousefzadeh D.K. и соавт. [26] добавляют, что ультразвуковой метод не обладает недостатками рентгенологического, а время обследования занимает в среднем не более трёх минут.

В 2021 году вышла работа автора Strouse P.J. [27], в которой он ссылается на статью Yousefzadeh D.K. и соавт. и отмечает, что опытные специалисты из многих детских больниц пытались повторить технику, описанную данными авторами, но не смогли уверенно исключить мальротацию. Если, по словам Strouse P.J., «мастера сонографии» не смогли с уве-

ренностью воспользоваться данной техникой, смогут ли это сделать другие врачи? Автор отмечает, что в процессе ультразвукового исследования важно было также не спутать D3 часть двенадцатиперстной кишки с другим прилежащим участком кишечника, поэтому он подчеркнул важность последовательной визуализации всех отделов двенадцатиперстной кишки от пилоруса и далее до её прохождения позади ВБА. Strouse P.J. ссылается на статью врачей Техасской детской больницы, которые также занимались изучением диагностической ценности сонографии в диагностике ротационных аномалий кишечника. Они отметили, что 13 из 16 детей был успешно поставлен диагноз мальротации с заворотом средней кишки – 81% [28].

Strouse P.J. справедливо обращает внимание на то, что даже одна пропущенная патология имеет слишком большую цену. Также нельзя забывать о том, что заворот бывает преходящим. Автор считает, что необходимы дополнительные работы, в которых сравнивались бы результаты ультразвуковых и рентгенологических методов исследования. Очевидно, что некоторые авторы подчеркивают финансовую выгоду от перехода на ультразвуковой метод исследования, однако и здесь Strouse P.J. подчёркивает, что в отношении диагноза, от исключения или подтверждения которого напрямую зависит жизнь ребёнка, нужно фокусироваться на точности, а не на экономичности [28].

Выводы

Таким образом, отказаться от рентгенологического метода визуализации с использованием контрастного препарата в диагностике мальротации кишечника в пользу ультразвукового метода исследования, несмотря на очевидные достоинства, которыми обладает данный метод, на сегодняшний день не представляется возможным. Из этого следует необходимость более тщательного изучения взаимосвязи результатов двух методов лучевой диагностики при одновременном их использовании, их чувствительности и специфичности для повышения точности диагностики серьёзного патологического состояния у такой уязвимой группы пациентов, как новорожденные.

Литература [References]

- 1 Трушина Л.И., Труфанов Г.Е., Машченко И.А., Штенцель Р.Э., Константинова Л.Г. Роль лучевых методов исследования в диагностике мальротации кишечника у детей раннего возраста. *Современные проблемы науки и образования*. 2021;3:8. Trushina L.I., Trufanov G.E., Mashchenko I.A., Shtenzel R.E., Konstantinova L.G. The role of radiation research methods in the diagnosis of intestinal malformation in young children. *Modern problems of science and education*. 2021;3:8. (In Russ).
- 2 Morris G., Kennedy A., Cochran W. Small Bowel Congenital Anomalies: a Review and Update. *Current Gastroenterology Reports*. 2016;18:12. <https://doi.org/10.1007/s11894-016-0490-4>
- 3 Millar A.J.W., Rode H., Cywes S. Malrotation and volvulus in infancy and childhood. *Seminars in pediatric surgery*. WB Saunders. 2003;12(4):229-236. <https://doi.org/10.1053/j.sempedsurg.2003.08.003>
- 4 Тошматов Х.З., Тошбоев Ш.О. Аномальный эмбриогенез – как патогенетический фактор развития мальротации кишечника. *Universum: химия и биология*. 2021;3-1(81):25-27. Toshmatov H.Z., Toshboev S.O. Abnormal embryogenesis as a pathogenetic factor of the development of intestinal malrotation. *Universum: chemistry and biology*. 2021;3-1(81):25-27. (In Russ).
- 5 Holcomb G.W., Murphy J.P., Peter S.D.S. Holcomb and Ashcraft's pediatric surgery. *Elsevier Health Sciences*. 2020;1291.

- 6 Ленишкин А.И., Хворостов И.Н. Аномалии ротации и фиксации кишечника у детей (клиника, диагностика, лечебная тактика). *Вопросы современной педиатрии*. 2007;6(5):87-91. Leniushkin A.I., Khvorostov I.N. Intestinal rotation and fixation abnormalities in children (clinical course, diagnosis and treatment approaches). *Current pediatrics*. 2007;6(5):87-91. (In Russ).
- 7 Lee H.C., Pickard S.S., Sridhar S., Dutta S. Intestinal malrotation and catastrophic volvulus in infancy. *The Journal of emergency medicine*. 2012;43(1):49-51. <https://doi.org/10.1016/j.jemermed.2011.06.135>
- 8 Strouse P.J. Disorders of intestinal rotation and fixation ("malrotation"). *Pediatric radiology*. 2004;34:837-851. <https://doi.org/10.1007/s00247-004-1279-4>
- 9 Tackett J.J., Muise E.D., Cowles R.A. Malrotation: Current strategies navigating the radiologic diagnosis of a surgical emergency. *World journal of radiology*. 2014;6(9):730. <https://doi.org/10.4329/wjr.v6.i9.730>
- 10 Orzech N., Navarro O.M., Langer J.C. Is ultrasonography a good screening test for intestinal malrotation? *Journal of pediatric surgery*. 2006;41(5):1005-1009. <https://doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2005.12.070>
- 11 Menten R., Reding R., Godding V., Dumitriu D., Clapuyt P. Sonographic assessment of the retroperitoneal position of the third portion of the duodenum: an indicator of normal intestinal rotation. *Pediatric radiology*. 2012;42:941-945. <https://doi.org/10.1007/s00247-012-2403-5>
- 12 Applegate K.E. Evidence-based diagnosis of malrotation and volvulus. *Pediatric radiology*. 2009;39:161.
- 13 Strouse P.J. Malrotation. *Seminars in Roentgenology*. 2008;43(1):7-14.
- 14 Dekker G., Andronikou S., Greyling J., Louw B., Brandt A. Contrast meals and malrotation in children – metal markers for improved accuracy. *Pediatric radiology*. 2013;43:115-118. <https://doi.org/10.1007/s00247-012-2503-2>
- 15 Taylor G.A. CT appearance of the duodenum and mesenteric vessels in children with normal and abnormal bowel rotation. *Pediatric radiology*. 2011;41:1378-1383. <https://doi.org/10.1007/s00247-011-2118-z>
- 16 Aidlen J., Anupindi S.A., Jaramillo D., Doody D.P. Malrotation with midgut volvulus: CT findings of bowel infarction. *Pediatric radiology*. 2005;35:529-531. <https://doi.org/10.1007/s00247-004-1355-9>
- 17 Long F.R., Kramer S.S., Markowitz R.L., Taylor, G.E. Radiographic patterns of intestinal malrotation in children. *Radiographics*. 1996;16(3):547-556. <https://doi.org/10.1148/radiographics.16.3.8897623>
- 18 Sizemore A.W., Rabbani K.Z., Ladd A., Applegate K.E. Diagnostic performance of the upper gastrointestinal series in the evaluation of children with clinically suspected malrotation. *Pediatric radiology*. 2008;38:518-528. <https://doi.org/10.1007/s00247-008-0762-8>
- 19 Puri P., Höllwarth M.E. (ed.). *Pediatric surgery: diagnosis and management*. Heidelberg: Springer. 2009;103:308.
- 20 Zhou L.Y., Li S.R., Wang W., Shan Q.Y., Pan F.S., Liu J.C. et al. Usefulness of sonography in evaluating children suspected of malrotation: comparison with an upper gastrointestinal contrast study. *Journal of Ultrasound in Medicine*. 2015;34(10):1825-1832. <https://doi.org/10.7863/ultra.14.10017>
- 21 Applegate K.E., Anderson J.M., Klatte E.C. Intestinal malrotation in children: a problem-solving approach to the upper gastrointestinal series. *Radiographics*. 2006;26(5):1485-1500. <https://doi.org/10.1148/rg.265055167>
- 22 Эргашев Н.Ш., Саттаров Ж.Б. Ближайшие и отдаленные результаты лечения мальротации кишечника у детей. *Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии*. 2016;6(1):24-29. Ergashev N.S., Sattarov J.B. Immediate and long-term results of the treatment of intestine malrotation in children. *Russian Journal of Pediatric Surgery, Anesthesia and Intensive Care*. 2016;6(1):24-29. (In Russ).
- 23 Dufour D., Delaet M.H., Dassonville M., Cadranet S., Perlmutter N. Midgut malrotation, the reliability of sonographic diagnosis. *Pediatric radiology*. 1992;(22):21-23. <https://doi.org/10.1007/BF02011604>
- 24 Weinberger E.D., Winters W.D., Liddell R.M., Rosenbaum, D.M., Krauter D. Sonographic diagnosis of intestinal malrotation in infants: importance of the relative positions of the superior mesenteric vein and artery. *AJR. American journal of roentgenology*. 1992;159(4):825-828. <https://doi.org/10.2214/ajr.159.4.1529850>
- 25 Ashley L.M., Allen S., Teele R.L. A normal sonogram does not exclude malrotation. *Pediatric radiology*. 2001;(31):354-356. <https://doi.org/10.1007/s002470100434>
- 26 Yousefzadeh D.K., Kang L., Tessicini L. Assessment of retromesenteric position of the third portion of the duodenum: an US feasibility study in 33 newborns. *Pediatric radiology*. 2010;40:1476-1484. <https://doi.org/10.1007/s00247-010-1709-4>
- 27 Strouse P.J. Ultrasound for malrotation and volvulus: has the time come? *Pediatric radiology*. 2021;51(4):503-505. <https://doi.org/10.1007/s00247-020-04919-3>
- 28 Nguyen H.N., Sammer M.B., Ditzler M.G., Carlson L.S., Somcio R.J., Orth R.C. et al. Transition to ultrasound as the first-line imaging modality for midgut volvulus: keys to a successful roll-out. *Pediatric radiology*. 2021;51:506-515. <https://doi.org/10.1007/s00247-020-04913-9>

Авторская справка

Анпилогова Кристина Сергеевна

Аспирант кафедры лучевой диагностики и медицинской визуализации, Национальный медицинский исследовательский центр имени В.А. Алмазова.

ORCID 0000-0002-1128-1587; kristina-anp@mail.ru

Вклад автора: анализ данных литературы.

Сидорина Анастасия Сергеевна

Клинический ординатор кафедры лучевой диагностики и медицинской визуализации, Национальный медицинский исследовательский центр имени В.А. Алмазова.

ORCID 0000-0001-5439-4189; anastasia-sidorinaa@yandex.ru

Вклад автора: анализ клинических данных.

Труфанов Геннадий Евгеньевич

Д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой лучевой диагностики и медицинской визуализации, Национальный медицинский исследовательский центр имени В.А. Алмазова.

ORCID 0000-0002-1611-5000; trufanovge@mail.ru

Вклад автора: подготовка заключения и выводов.

Author's reference

Kristina S. Anpilogova

Postgraduate student of the Department of Radiation Diagnostics and Medical Imaging, Almazov National Medical Research Centre.

ORCID 0000-0002-1128-1587; kristina-anp@mail.ru

Author's contribution: literature data analysis.

Sidorina Anastasia Sergeevna

Clinical resident of the Department of Radiation Diagnostics and Medical Imaging, Almazov National Medical Research Centre.

ORCID 0000-0001-5439-4189; anastasia-sidorinaa@yandex.ru

Author's contribution: clinical data analysis.

Trufanov Gennady Evgenievich

Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Radiation Diagnostics and Medical Imaging, Almazov National Medical Research Centre.

ORCID 0000-0002-1611-5000; trufanovge@mail.ru

Author's contribution: preparation of conclusions and conclusions.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

Все материалы направляются в редакцию журнала строго через форму на сайте <http://vestnik.reaviz.ru>. Редакция не рассматривает материалы, полученные другим путем. Присланные в редакцию статьи должны быть оригинальными. Статьи могут быть представлены только на русском или английском языках. Редакция не принимает статьи, готовящиеся к публикации или уже опубликованные в других изданиях. Статьи и другие материалы должны быть написаны на литературном языке без орфографических и стилистических ошибок, тщательно отредактированы, соответствовать научному стилю речи и научной терминологии, не требовать дополнительного редактирования, либо нуждаться в минимальной правке. Все специальные термины, включая термины на латинском языке, должны точно соответствовать международным номенклатурам терминов: Terminologia Anatomica (TA), Terminologia Histologica (TH) и Terminologia Embryologica (TE), Международной классификации болезней 10-го пересмотра и другим международным терминологическим стандартам биомедицинских наук. Названия растений должны быть приведены в соответствии с Международной номенклатурой водорослей, грибов и растений (Мельбурн – Кодексом, 2011 г.) Международной ассоциации по таксономии растений; названия животных – в соответствии с Международным кодексом зоологической номенклатуры (IV издание, 2000 г.) Международной комиссии по зоологической номенклатуре; названия химических веществ и реактивов – в соответствии с номенклатурой Chemical Abstracts Service Registry Number (CASRN) и (или) Международного союза теоретической и прикладной химии (IUPAC) и т.д. Не допускается использование в статьях терминов «больной» (ед. ч.), «больные» (мн. ч.), рекомендуются термины «пациент» (ед. ч.) и «пациенты» (мн. ч.).

РУКОПИСЬ

Направляется в редакцию в электронном варианте через online-форму. Загружаемый в систему файл со статьей должен быть представлен в одном из следующих форматов: *.odt, *.doc, *.docx, *.rtf.

Объем полного текста рукописи, в том числе таблицы и список литературы, для оригинальных исследования не должен превышать 25 000 знаков, для лекций и обзоров – 60 000. В случае, когда превышающий нормативы объем статьи, по мнению автора, оправдан и не может быть уменьшен, решение о публикации принимается на заседании редколлегии по рекомендации рецензента.

Файл с текстом статьи, загружаемый в форму для подачи рукописей, должен содержать всю информацию для публикации (в том числе рисунки и таблицы). Структура рукописи должна быть следующей.

РУССКОЯЗЫЧНАЯ АННОТАЦИЯ

Название статьи. Должно быть информативным и достаточно кратким (аббревиатуры не допускаются).

Авторы статьи. При написании авторов статьи фамилию следует указывать после инициалов (А.В. Иванов, В.Г. Петров, Д.Е. Сидоров). В случае, если в авторском списке представлено более одного имени, обязательно

указание вклада (описание) в данную работу каждого из авторов. Если авторство приписывают группе авторов, все члены группы должны отвечать всем критериям и требованиям для авторов (например: разработка концепции и дизайна или анализ и интерпретация данных; обоснование рукописи или проверка критически важного интеллектуального содержания, окончательное утверждение для публикации рукописи), фамилии располагаются в порядке уменьшения размера вклада соавторов. Для ответственного за связь с редакцией автора указывается контактная информация (почтовый и электронный адреса и доступный номер телефона, место работы, должность, научная степень и звание). Для всех авторов статьи следует привести идентификатор ORCID (например, <https://orcid.org/0000000207461884>), а также место работы, должность, научную степень и звание.

Название учреждения. Необходимо привести полное официальное название учреждения (без сокращений) и его адрес. Если в написании рукописи принимали участие авторы из разных учреждений, необходимо соотнести названия учреждений и ФИО авторов путем добавления цифровых индексов в верхнем регистре перед названиями учреждений и фамилиями соответствующих авторов. Фамилии первого автора должно соответствовать названию учреждения, упоминаемого также первым.

Резюме статьи должно быть (если работа оригинальная) структурированным: актуальность, цель, материал и методы, результаты, выводы. Резюме должно полностью соответствовать содержанию работы. Объем текста реферата для оригинальной статьи – не более 300 слов, для обзора литературы, клинического наблюдения – не более 200 слов. Текст резюме не должен содержать аббревиатур и сокращений, за исключением единиц измерения.

Ключевые слова. Необходимо указать ключевые слова – от 3 до 10, способствующих индексированию статьи в поисковых системах. Ключевые слова должны по значению и количеству соответствовать друг другу на русском и английском языках.

АНГЛОЯЗЫЧНАЯ АННОТАЦИЯ

Article title. Англоязычное название при соблюдении правил английского языка по смыслу должно полностью соответствовать русскоязычному.

Author names. ФИО необходимо писать так же, как в ранее опубликованных зарубежных работах. Авторам, публикующимся впервые, следует воспользоваться стандартом транслитерации BGN/PCGN.

Affiliation. Необходимо указывать официальное англоязычное название учреждения. Наиболее полный список названий учреждений и их официальной англоязычной версии можно найти на сайте РУНЭБ eLibrary.ru

Abstract. Англоязычная версия резюме статьи должна по смыслу и структуре полностью соответствовать русскоязычной.

Key words. Для выбора ключевых слов на английском языке следует использовать тезаурус Национальной медицинской библиотеки США – Medical Subject Headings (MeSH). (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh>).

ПОЛНЫЙ ТЕКСТ (на русском, английском или обоих языках), подписанный всеми соавторами, должен быть структурированным по разделам. Структура полного текста рукописи, посвященной описанию результатов оригинального исследования, должна соответствовать общепринятому шаблону и содержать разделы: введение (актуальность), цель и задачи, материал и методы, результаты, обсуждение (дискуссия), заключение, выводы.

Цель исследования – отражает необходимость решения актуального вопроса, вытекающую из содержания введения.

Задачи – последовательное представление этапов клинических, лабораторных и экспериментальных исследований, необходимых для достижения цели.

Введение. Раздел раскрывает актуальность исследования на основании литературных данных, освещает состояние вопроса со ссылками на наиболее значимые публикации.

В конце введения формулируется его цель (см. выше).

Материал и методы. Раздел посвящен информации о включенных в исследование пациентах (приводятся количественные и качественные характеристики больных/обследованных) или экспериментальных животных/устройствах, дизайне исследования, использованных клинических, лабораторных, инструментальных, экспериментальных и прочих методиках, включая методы статистической обработки данных. При упоминании аппаратуры и лекарств в скобках указываются фирма и страна-производитель. В журнале используются международные непатентованные названия (МНН) лекарств и препаратов. Торговые (патентованные) названия, под которыми препараты выпускаются различными фирмами, приводятся в разделе «Материал и методы», с указанием фирмы – изготовителя и их международного непатентованного (генерического) названия.

Результаты – основная часть рукописи. Результаты следует излагать в тексте в логической последовательности, они также могут быть представлены в виде таблиц и иллюстраций. Не допускается дублирование результатов: в тексте не следует повторять все данные из таблиц и рисунков, надо упоминать или комментировать только наиболее важные из них; в рисунках не следует дублировать данные, приведенные в таблицах. Подписи к рисункам и описание деталей на них под соответствующей нумерацией представляются на отдельной странице. Величины измерений должны соответствовать Международной системе единиц (СИ). Используемые сокращения, кроме общеупотребительных, должны быть обязательно расшифрованы и вынесены в список, размещаемый в начале статьи.

Обозначения химических элементов и соединений, кроме случаев, когда в написании химических формул имеется объективная необходимость, приводятся в тексте словесно.

Латинские названия микроорганизмов приводятся в соответствии с современной классификацией, курсивом. При первом упоминании название микроорганизма дается полностью – род и вид (например, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Streptomyces lividans*), при повторном упоминании родовое название сокращается до одной буквы (*E. coli*, *S. aureus*, *S. lividans*).

Названия генетических элементов даются в трехбуквенном обозначении латинского алфавита строчными буквами, курсивом (*tet*), а продукты, кодируемые соответствующими генетическими элементами – прописными прямыми буквами (TET).

Обсуждение. Раздел включает в себя интерпретацию результатов и их значимости со ссылкой на ранее опубликованные собственные и работы других авторов. Содержание раздела должно быть четким и кратким. Необходимо выделить новые и важные аспекты результатов своего исследования и по возможности сопоставить их с данными других исследователей. Не следует повторять сведения, уже приводившиеся в разделе «Введение», и подробные данные из раздела «Результаты». Необходимо отметить пределы компетенции исследования и его практическую значимость. В обсуждение можно включить гипотезы и обоснованные рекомендации.

Заключение. В разделе в тезисном плане подводятся итоги проведенного исследования, основанные на проанализированных данных, и выделяются вопросы, требующие дальнейшего решения.

Выводы. Последовательно, с использованием собственных данных, полученных в ходе исследования, отражают результаты решения поставленных задач.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Список литературы должен быть оформлен в соответствии с правилами оформления пристатейных списков литературы, разработанными в соответствии с рекомендациями PubMed и Scopus (стандарт U.S. National Information Standards Organization NISO Z39.292005 [R2010]). Правильное описание используемых источников в списках литературы является залогом того, что цитируемая публикация будет учтена при оценке публикационных показателей ее авторов и организаций, где они работают.

В библиографии (пристатейном списке литературы) каждый источник следует помещать с новой строки под порядковым номером. В списке все работы перечисляются в порядке цитирования, а не в алфавитном порядке. В тексте статьи ссылки на источники приводятся в квадратных скобках арабскими цифрами.

В библиографическом описании каждого источника недопустимо сокращать название статьи. Названия англоязычных журналов следует приводить в соответствии с каталогом названий базы данных PubMed. Если журнал не индексируется в PubMed, необходимо указывать его полное название. Названия отечественных журналов сокращать не следует.

В список цитированной литературы рекомендуется включать работы, опубликованные в течение последних пяти лет.

Не допускаются: ссылки на неопубликованные работы, диссертации, авторефераты и материалы, опубликованные в различных сборниках конференций, съездов и т.д. Ссылки на тезисы докладов конференций, конгрессов, съездов, законы и т.п. могут быть включены в список литературы **только в том случае**, если они доступны и обнаруживаются поисковиками в Интернете – при этом указывается URL и дата обращения.

Ссылки на работы многолетней давности (исключение – редкие высокоинформативные работы), как и на учебники, пособия использовать категорически не рекомендуется.

Оформление библиографии как российских, так и зарубежных источников должно быть основано на Ванкуверском стиле в версии AMA (AMA style, <http://www.amamanualofstyle.com>).

Если количество авторов не превышает 6, в библиографическом описании указываются все авторы. Если количество авторов более 6, следует указать шесть первых авторов и добавить «и др. (et al.)». Ссылки на иностранные источники должны содержать электронный адрес размещения (PMID) и цифровой идентификатор объекта (DOI), которые определяются на сайтах (<http://www.ncbi.nih.gov/entrez/query.fcgi?db=PubMed>) и (<http://www.crossref.org/guestquery/>) соответственно. Просим обратить внимание на единственно правильное оформление ссылки <https://doi.org>. Пример: <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2020.4.1>

После ссылки DOI и URL (<http>) точка не ставится!

Все источники (название монографии, сборника, журнала) в списке литературы *выделяются курсивом*.

Для обеспечения понимания списка литературы иностранными читателями, а также для обеспечения учета цитирования источников в международных базах данных, необходимо предоставить информация о переводе основных элементов библиографической записи на английский язык. В связи с тем, что английское название для статьи, изначально опубликованной на русском языке, не является основным, оно приводится после описания на русском языке. В конце библиографического описания на английском языке в круглые скобки помещают указание на исходный язык публикации (In Russ).

Пример:

Семеняго С.А., Жданович В.Н. Анатомические особенности венозного русла голени (обзор литературы). *Проблемы здоровья и экологии*. 2014;3(41):53-56. Semenyago S.A., Zhdanovich V.N. Anatomical features of the leg venous bed (literature review). *Health and ecology problems*. 2014;3(41):53-56. (in Russ).

Информация о конфликте интересов. Авторы должны раскрыть потенциальные и явные конфликты интересов, связанные с рукописью. Конфликтом интересов может считаться любая ситуация (финансовые отношения, служба или работа в учреждениях, имеющих финансовый или политический интерес к публикуемым материалам, должностные обязанности и др.), способная повлиять на автора рукописи и привести к сокрытию, искажению данных или изменению их трактовки. Наличие конфликта интересов у одного или нескольких авторов не является поводом для отказа в публикации статьи. Однако выявленное редакцией сокрытие потенциальных и явных конфликтов интересов со стороны авторов может стать причиной отказа в рассмотрении и публикации рукописи. Декларировать конфликт интересов удобно в специальной электронной форме, разработанной ICMJE www.icmje.org/conflictinterest/

Информация о спонсорстве. Необходимо указывать источник финансирования как научной работы, так и процесса публикации статьи (фонд, коммерческая или госу-

дарственная организация, частное лицо и др.). Указывать размер финансирования не требуется.

Благодарности. Авторы могут выразить благодарности лицам и организациям, способствовавшим публикации статьи в журнале, но не являющимся ее авторами.

Таблицы следует помещать в текст статьи, они должны иметь нумерованный заголовок и четко обозначенные графы, удобные и понятные для чтения. Данные таблицы должны соответствовать цифрам в тексте, однако не должны дублировать представленную в нем информацию. Ссылки на таблицы в тексте обязательны. В таблицах должны быть четко указаны размерность показателей и форма представления данных ($M \pm m$; $M \pm SD$; Me; Mo и т.д.). Пояснительные примечания при необходимости приводятся под таблицей. Сокращения должны быть перечислены в сноске также под таблицей в алфавитном порядке.

Рисунки (графики, диаграммы, схемы, чертежи и другие иллюстрации в растровом и векторном форматах) должны быть контрастными и четкими. Каждый рисунок должен быть помещен в текст и сопровождаться нумерованной подрисунковой подписью. Ниже приводится объяснение значения всех кривых, букв, цифр и других условных обозначений.

Фотографии, отпечатки экранов мониторов (скриншоты) и другие нерисованные иллюстрации необходимо загружать отдельно в специальном разделе формы для подачи статьи в виде файлов формата *.jpeg, *.bmp, *.gif (*.doc и *.docx – в случае, если на изображение нанесены дополнительные пометки). Разрешение изображения должно быть более 300 dpi. Файлам изображений необходимо присвоить название, соответствующее номеру рисунка в тексте. В описании файла следует отдельно привести подрисунковую подпись, которая должна соответствовать названию фотографии, помещаемой в текст. Векторные иллюстрации должны быть экспортированы в формат *.svg или *.eps.

В подписях к микрофотографиям указывается увеличение (окуляр, объектив) и метод окраски или импрегнации материала. Ссылки на иллюстрации в тексте обязательны.

Соответствие нормам этики. Для публикации результатов оригинальной работы, являющейся проспективным исследованием, необходимо указать, подписывали ли участники исследования (волонтеры) информированное согласие. В случае проведения исследований с участием животных – соответствовал ли протокол исследования этическим принципам и нормам проведения биомедицинских исследований с участием животных. В обоих случаях необходимо указать, был ли протокол исследования одобрен этическим комитетом (с приведением названия соответствующей организации, ее расположения, номера протокола и даты заседания комитета). В ином случае исследование должно удовлетворять принципам Хельсинкской декларации.

Сопроводительные документы. При подаче рукописи в редакцию журнала необходимо дополнительно загрузить файлы, содержащие сканированные изображения заполненных и заверенных сопроводительных документов (в формате *.pdf). К сопроводительным документам относится сопроводительное письмо (направление в печать, заключение экспертной комиссии или аналогичные

им документы) с места работы автора, заверенные печатями и руководителем организации и другими уполномоченными лицами, а также последняя страница текста статьи с подписями всех соавторов и сопроводительное письмо от ответственного автора свободного образца. Кроме того, здесь же приводится информация о том, что рукопись не находится на рассмотрении в другом издании, не была ранее опубликована и содержит полное раскрытие конфликта интересов (если конфликты интересов нет, то пишется «Конфликт интересов не заявляется»). В случае, если рукопись является частью диссертационной работы, то необходимо указать предположительные сроки защиты.

Порядок отзыва (ретрагирования) статьи от публикации

1. Данный документ подготовлен на основе «Правил отзыва (ретрагирования) статьи от публикации» Ассоциации научных редакторов и издателей (АНРИ) и описывает порядок устранения нарушений в опубликованных Издательством научных материалах.

2. Отзыв текста от публикации (ретракция) – механизм исправления опубликованной научной информации и оповещения читателей о том, что публикация содержит серьезные недостатки, ошибочные данные, которым нельзя доверять, о случаях дублирующих публикаций (когда авторы представляют одни и те же данные в нескольких публикациях), плагиата и сокрытия конфликтов интересов, которые могли повлиять на интерпретацию данных или рекомендации об их использовании.

3. Основания для отзыва статьи: обнаружение плагиата в публикации, дублирование статьи в нескольких изданиях, обнаружение в работе фальсификаций или фабрикаций (например, подтасовки экспериментальных данных), обнаружение в работе серьезных ошибок (например, неправильной интерпретации результатов), что ставит под сомнение ее научную ценность, некорректный состав авторов (отсутствует тот, кто достоин быть автором; включены лица, не отвечающие критериям авторства), скрыт конфликт интересов (и иные нарушения публикационной этики), перепубликация статьи без согласия автора.

4. Издательство осуществляет ретракцию по официальному обращению автора/коллектива авторов статьи, мотивированно объяснившего причину своего решения, а также по решению редакции журнала на основании собственной экспертизы или поступившей в редакцию информации.

5. Редакция в обязательном порядке информирует автора (ведущего автора в случае коллективного авторства) о ретракции статьи и обосновывает ее причины. Если автор/авторский коллектив игнорирует сообщения,

редакция информирует об этом Совет по этике научных публикаций АНРИ.

6. Статья и описание статьи остаются на интернет-сайте журнала в составе соответствующего выпуска, но на электронную версию текста наносится надпись ОТОЗВАНА/RETRACTED и дата ретракции, эта же помета ставится при статье в оглавлении выпуска. В комментарии к статье указывается причина ретракции (в случае обнаружения плагиата – с указанием на источники заимствования). Механическое удаление статьи из электронной версии журнала и из архива не происходит, тексты отозванных статей остаются там, где они были ранее, с соответствующей пометой.

7. Информация об отозванных статьях передается в Совет по этике научных публикаций АНРИ (для внесения информации в единую базу ретрагированных статей) и в НЭБ (elibrary.ru) (информация о статье и полный текст остаются на elibrary.ru, но дополняются информацией о ретракции. Отзыванные статьи и ссылки из них исключаются из РИНЦ и не участвуют при расчете показателей).

8. Оплата за сопутствующие расходы по публикации ретрагированных статей не возвращается.

АВТОРСКИЕ ПРАВА

Авторы, публикующие в данном журнале, соглашаются со следующим:

1. Авторы сохраняют за собой авторские права на работу и предоставляют журналу право первой публикации работы на условиях лицензии Creative Commons Attribution License, которая позволяет другим распространять данную работу с обязательным сохранением ссылок на авторов оригинальной работы и оригинальную публикацию в этом журнале.

2. Авторы сохраняют право заключать отдельные контрактные договорённости, касающиеся неэксклюзивного распространения версии работы в опубликованном здесь виде (например, размещение ее в институтском хранилище, публикацию в книге), со ссылкой на ее оригинальную публикацию в этом журнале.

3. Авторы имеют право размещать их работу в сети Интернет (например, в институтском хранилище или персональном сайте) до и во время процесса рассмотрения ее данным журналом, так как это может привести к продуктивному обсуждению и большему количеству ссылок на данную работу.

Приватность. Имена и адреса электронной почты, введенные на сайте журнала, будут использованы исключительно для целей, обозначенных журналом, и не будут использованы для каких-либо других целей или представлены другим лицам и организациям.

Вестник медицинского института «РЕАВИЗ»: Реабилитация, Врач и Здоровье
Учредитель: Частное учреждение образовательная организация высшего образования «Медицинский университет «Реавиз»
Главный редактор: академик РАН, д-р мед. наук, профессор Владимир Николаевич Шабалин

Номер 1 (67) 2024, дата выхода в печать 29.02.2024.
Подписной индекс 29154 в объединённом каталоге «Пресса России». Цена свободная.

Адрес издателя и редакции: 443001, г. Самара, ул. Чапаевская, 227. Тел./факс: (846) 333-54-51
Сайт: <http://vestnik.reaviz.ru> Электронная почта: vestnik@reaviz.ru

Зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий
и массовых коммуникаций 13 июля 2011 г., свидетельство о регистрации ПИ No ФС77-45784.

Подписано в печать 29.02.2024 г. Формат 60×90 1/8. Гарнитуры Avenir Next Cyr, Avenir Next Cyr Heavy.
Шрифт заголовка DXRussian 1812, © Дмитрий Хорошкин
Бумага офсетная. Печать оперативная. Усл. печ. л. 23,25. Тираж 1000 экз. Заказ 2402.

Отпечатано в типографии ИП И.А. Гапонова.
443099, г. Самара, ул. М. Горького, 117/57. Тел. (846) 271-16-56.

© Медицинский университет «Реавиз», 2024

ISSN 2226-762X



9 772226 762000 >