



ПРИМЕНЕНИЕ РОБОТИЗИРОВАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ХИРУРГИИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

Д.Г. Парфеев¹, А.М. Морозов², К.И. Хорак¹, П.Г. Коган¹, С.В. Жуков², А.Д. Аминова², В.А. Жежелева²

¹Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Р.Р. Вредена,
ул. академика Байкова, д. 8, г. Санкт-Петербург, 195427, Россия

²Тверской государственный медицинский университет, ул. Советская, д. 4, г. Тверь, 170100, Россия

Резюме. *Актуальность.* Современная медицина тесно переплетена с инженерией и технологиями. Роботизированная хирургия – это одна из наиболее перспективных и быстроразвивающихся областей в мире. Рост глобального рынка хирургических роботов обусловлен рядом факторов, включая старение населения, повышение уровня доходов, увеличение расходов на здравоохранение, преимущества роботизированных операций, рост числа хронических заболеваний, поддержку со стороны государственных органов и прогресс в области диагностических технологий. Роботы позволяют проводить сложные оперативные вмешательства с минимальной инвазивностью. Вместе с этим есть и препятствия для развития роботизированных технологий, такие как высокая стоимость роботов и процедур, а также дефицит квалифицированных специалистов. *Цель:* оценить возможности применения роботизированных технологий в хирургии. *Материалы и методы.* В ходе настоящего исследования был проведён поиск и анализ современных литературных данных отечественных и зарубежных источников по применению роботизированных технологий в хирургии. *Результаты.* С начала внедрения роботизированных систем в хирургию, таких как «Da Vinci», медицинская практика претерпела значительные изменения. Особым интересом и спросом в последнее время пользуются робот-ассистированные оперативные вмешательства, которые постепенно внедряются в различные области современной медицины. Роботизированные хирургические технологии обеспечивают более высокую точность и минимально инвазивные процедуры, что способствует сокращению времени восстановления пациента и снижению уровня послеоперационных осложнений. Одним из главных преимуществ роботизированной хирургии является возможность выполнения сложных манипуляций с высокой степенью точности. Трёхмерное увеличение изображения и стабильность инструментов позволяют хирургу лучше видеть и контролировать процесс, что, в свою очередь, минимизирует риск повреждения здоровых тканей и органов. *Заключение.* Роботизация в настоящее время получает всё более широкое распространение в разных отраслях медицины, в том числе и в хирургии. Современные роботизированные технологии находят применение при оперативных вмешательствах в ограниченных анатомических областях, где располагаются жизненно важные структуры, способствуют улучшению визуализации оперируемой области, повышая точность действий хирурга и снижая вероятность возникновения осложнений.

Ключевые слова: Роботизированные хирургические процедуры [E04.502.250.760]; Робототехника [L01.224.900]; Хирургия, компьютерная помощь [E04.502.250]; Минимально инвазивные хирургические процедуры [E04.650]; Телехирургия [E04.800]; Хирургические процедуры, оперативные [E04]; Технологические инновации [J01.897.135.750].

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование проводилось без спонсорской поддержки.

Для цитирования: Парфеев Д.Г., Морозов А.М., Хорак К.И., Коган П.Г., Жуков С.В., Аминова А.Д., Жежелева В.А. Применение роботизированных технологий в хирургии (обзор литературы). Вестник медицинского института «РЕАВИЗ»: Реабилитация, Врач и Здоровье. 2025;15(1):30-38. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2025.1.CLIN.1>

APPLICATION OF ROBOTIC TECHNOLOGY IN SURGERY (LITERATURE REVIEW)

Dmitriy G. Parfeev¹, Artem M. Morozov², Konstantin I. Khorak¹, Pavel G. Kogan¹,
Sergey V. Zhukov², Alina D. Aminova², Valeriya A. Zhezheleva²

¹Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, 8, Akademika Baykova str., Saint Petersburg, 195427, Russia

²Tver State Medical University, 4, Sovetskaya str., Tver, 170100, Russia

Abstract. *Relevance.* Modern medicine is closely intertwined with engineering and technology. Robotic surgery is one of the most promising and fastest growing fields in the world. The growth of the global surgical robots market is driven by several factors including aging population, rising income levels, increasing healthcare expenditure, benefits of robotic surgeries, rising incidence of chronic diseases and support from government authorities and advancements in diagnostic technologies. Robots enable complex surgical interventions with minimal invasiveness. At the same time, there are barriers to the development of robotic technology, such as the high cost of robots and procedures, as well as a shortage of qualified specialists. *The purpose of study.* Evaluate the possibilities of robotic technology application in surgery. *Materials and methods.* In the course of the present study, we searched and analyzed current literature data from domestic and foreign sources on the application of robotic technologies in surgery. *Results.* Since the introduction of robotic systems in surgery, such as da Vinci, medical practice has undergone significant changes. Robotic-assisted surgical interventions have been of particular interest and demand in recent times and are gradually being introduced into various fields of modern medicine. Robotic surgical technologies provide higher precision and minimally invasive procedures, which helps to reduce the patient's recovery time and decrease the rate of postoperative complications. One of the main advantages of robotic surgery is the ability to perform complex manipulations with a high degree of precision. Three-dimensional image magnification and stability of the instruments allow the surgeon to better see and control the process, which, in turn, minimizes the risk of damage to healthy tissues and organs. *Conclusion.* Robotization is currently becoming increasingly widespread in various branches of medicine, including surgery. Modern robotic technologies are used in surgical interventions in limited anatomical areas where vital structures are located, contribute to improved visualization of the operated area, increasing the accuracy of the surgeon's actions and reducing the likelihood of complications.

Keywords: Robotic Surgical Procedures [E04.502.250.760]; Robotics [L01.224.900]; Surgery, Computer-Assisted [E04.502.250]; Minimally Invasive Surgical Procedures [E04.650]; Telesurgery [E04.800]; Surgical Procedures, Operative [E04]; Technological Innovation [J01.897.135.750].

Competing interests. The authors declare no competing interests.

Funding. This research received no external funding.

Cite as: Parfeev D.G., Morozov A.M., Khorak K.I., Kogan P.G., Zhukov S.V., Aminova A.D., Zhezheleva V.A. Application of robotic technology in surgery (literature review). *Bulletin of the Medical Institute "REAVIZ": Rehabilitation, Doctor and Health.* 2025;15(1):30-38. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2025.1.CLIN.1>

Актуальность

Роботизированные технологии в хирургии произвели прорыв в области малоинвазивных технологий. Современные роботизированные аппараты, применяемые в хирургии, обладают высокой точностью, функциональностью и эргономичностью, что улучшает прогнозы лечения и повышает качество жизни пациентов [1, 2]. Медицинская робототехника является ключевым фактором в развитии хирургии начиная с 2000 года, когда робот-ассистированные оперативные вмешательства были признаны стандартом для многих хирургических манипуляций [3]. Например, роботизированный комплекс «Da Vinci», один из самых популярных в мире, применяется для проведения не менее 200 тысяч оперативных вмешательств ежегодно. Роботы решают проблему, связанную с техническими сложностями, которые могут возникать во время проведения хирургических вмешательств, повышая точность работы хирургов, снижая риск послеоперационных осложнений и количество ошибок [4, 5]. Операции с применением робототехники в настоящее время применяются во всех областях хирургии, важным преимуществом роботизированной хирургии является возможность проведения операций с использованием телемедицинских систем, что увеличивает доступность качественной медицинской помощи [6].

Цель: оценить возможности применения роботизированных технологий в хирургии.

Материалы и методы

В ходе настоящего исследования был проведён поиск и анализ современных литературных данных отечественных и зарубежных источников по применению роботизированных технологий в хирургии. Поиск литературы осуществлялся в следующих базах данных: eLibrary, PubMed, Google Scholar, Scopus и Web of Science.

Результаты

История создания роботизированных систем, имитирующих или заменяющих человеческие руки, уходит в глубокую древность. В средневековье наиболее близко к этому решению подошёл изобретатель Леонардо да Винчи, идеи которого значительно опередили его время [7-10]. В 1950-х годах роботизированные технологии начали широко внедряться в медицину, по назначению и их можно разделить на несколько категорий:

1. Роботизированные системы для помощи пациентам: а) с целью облегчения жизни пациентов с ограниченной подвижностью (инвалидные кресла, устройства для перемещения); б) с целью помощи пожилым пациентам (роботы, напоминающие о времени приема лекарств (Nursebot), роботы-компаньоны (RP-6 robot)).

2. Системы для оптимизации здравоохранения: а) лабораторные системы (автоматизированные анализаторы и роботы для обработки образцов); б) диагностические системы (компьютерная и магнитно-резонансная томографии, ультразвуковые сканеры, роботизированные системы для проведения биопсии); в) транспортные системы (роботы-курьеры для доставки лекарств и материалов).

3. Хирургические роботизированные системы: а) полуактивные системы (робот-ассистированные операции), которые управляются человеком и помогают в выполнении операций; б) активные роботизированные системы, которые выполняют отдельные этапы оперативных вмешательств самостоятельно, находясь под контролем хирурга. Таким образом, роботизация в медицине охватывает широкий спектр областей – от помощи пациентам до проведения сложных хирургических операций [11–13].

Первое документально подтверждённое применение в хирургии роботизированных систем было осуществлено в 1985 году, когда в нейрохирургической практике было применено манипуляционное устройство Programmable Universal Manipulation Arm (PUMA) 560 с целью выполнения открытой биопсии головного мозга с КТ наведением [14], однако по данным исследования Домингуэза-Росадо И. и соавт. (2021) статическая картинка затрудняла проведение манипуляции [15]. Согласно данным исследований Кавашима К. и соавт. (2019) и Циачи Ф. (2021), универсальная роботизированная рука-манипулятор позволяла избежать возникновения физиологического тремора – манипуляционное роботизированное устройство PUMA-560 устойчиво к колебаниям даже спустя 10 часов непрерывной работы [16, 17]. Вместе с этим, данная технология, по результатам исследования Сеекампа А. (2023), применялась исключительно в диагностических целях [18].

По данным исследования Пушкаря Д.Ю. и соавт. (2019), в 1988 году состоялся прорыв в хирургии простаты – была создана роботизированная система "Probot", предназначенная для проведения трансуретральной резекции простаты (ТУРП), и в этом же году "Probot" впервые была применена на практике. В предоперационном периоде система строит 3D-модель простаты пациента с чёткой объёмной моделью опухоли, затем хирург намечает границы иссечения, а роботизированная система точно контролирует ход движения резектоскопа [19, 20]. Вместе с этим, Строгонова Л.Б. и соавт. (2020) в своей работе отметили необходимость применения ручного коагулирования простатической ямки в конце процедуры и низкую точность трёхмерных реконструкций увеличенной железы, что ограничило распространение Probot [21]. Однако данной технологии нашлось применение в ортопедическом протезировании, что привело к созданию в 1992 году роботизированной

системе Robodoc (IBM) для эндопротезирования тазобедренных суставов, что было отмечено в исследованиях Лин Т. и соавт. (2020), Брассетти А. и соавт. (2023) и Вонга Х. и соавт. [22–24].

В исследовании Лычагина А.В. и соавт. (2023) отмечается, что последующие разработки привели к возникновению более совершенных моделей, способных в автоматическом режиме выполнять этапы протезирования (Caspar system, 2000). Ханс С. и соавт. (2022) указывают о разработке роботов для полного эндопротезирования коленного сустава, на внедрение которых в клиническую практику потребовалось более 10 лет испытаний и усовершенствований [25–27].

В 1994 году компания Computer Motion представила первого робота-ассистента для эндоскопических операций AESOP (Automated Endoscopic System for Optimal Positioning), получившего сертификацию US FDA. К 1998 году модель 3000 была усовершенствована, имея 7 степеней свободы. Система крепилась к операционному столу и с помощью адаптеров могла удерживать и манипулировать эндоскопом [28].

В начале 1995 года был разработан нейрохирургический робот Minerva, который использовал данные динамического КТ для внесения коррективов в процедуру биопсии в режиме реального времени. Однако Андерсон и соавт. в своем исследовании отметили, что необходимость нахождения пациента в аппарате компьютерной томографии на протяжении всей процедуры существенно ограничивала применение Minerva [29]. Другой нейрохирургический робот – CyberKnife® (Accuray™, Inc, США), был разработан для проведения сверхточной лучевой терапии злокачественных новообразований головного мозга [30]. Система CyberKnife® представляет из себя роботизированное радиохирургическое устройство. Перед лечением данной системой пациент проходит курс обследований – КТ, МРТ и ПЭТ КТ, целью которых является определение размера, формы и расположения опухоли, затем с помощью системы CyberKnife® определяются количество лучей, длительность и углы облучения. Во время процедуры пациент размещается на процедурном столе с автоматическим позиционированием, и с различных направлений на него испускается 100–200 радиационных лучей по 10–15 секунд каждый [30]. Исследование Динга К. и соавт. (2018) доказывает, что благодаря данной технологии обеспечивается непрерывное слежение, контроль и коррекция перемещений опухоли и пациента в течение процедуры [31], в то же время в работе Шармы Ш. и соавт. (2016) утверждается об облучении высокими дозами радиации с субмиллиметровой точностью [32], и Ихнат П. и соавт. (2018) доказывают минимальное повреждение окружающих здоровых тканей в режиме реального вре-

мени [33]. Таким образом, эти две роботизированные системы демонстрируют разные подходы к использованию визуализации в нейрохирургии. Minerva был направлен на точность в режиме реального времени, но ограничен необходимостью нахождения пациента в КТ. CyberKnife®, в свою очередь, использовал комбинацию предварительного планирования и динамической корректировки для достижения высокой точности при облучении [34].

Прорывом в сфере медицины послужило изобретение в 2000 году робота-хирурга «Da Vinci», который был защищен патентом [35–38]. Робот состоит из двух основных блоков. Первый блок отвечает за выполнение хирургического вмешательства и содержит четыре связанные между собой «лапки», оснащенные хирургическими инструментами, и бинокулярную HD-камеру. Второй блок – это консоль, с помощью которой хирург управляет роботом посредством двух джойстиков и 3D-экрана, связанного с эндоскопом. «Da Vinci» и в настоящее время является самой совершенной технологией в области эндоскопической хирургии, при применении которой наблюдается минимальная травматизация тканей и кровопотеря, точное выполнение манипуляции с наиболее низкой вероятностью повреждения нервных ветвей и сосудов, что значительно улучшает качество жизни пациентов. Помимо этого, данное высокотехнологичное оборудование даёт возможность доступа в недостижимые для рук хирурга места фактически через проколы на коже, что позволяет избежать открытых вмешательств. Следует отметить, что робот «Da Vinci» продемонстрировал наилучшие клинические результаты и наименьшие издержки при оперативных вмешательствах, что отмечается в исследованиях Григорчука А.Ю. (2023) и Брамхе С. (2022) [39, 40].

Следующим значимым этапом в развитии роботизированной хирургии стала дистанционная телехирургия, хирург смог проводить операции дистанционно, управляя роботической системой у операционного стола [41, 42]. Данная концепция была реализована в США, где военные создали прототип, позволяющий оказывать помощь раненым на поле боя, при этом хирург, находясь в безопасном месте, мог дистанционно управлять инструментами и камерой с помощью телевизионной трансляции [43].

В настоящее время доступны две роботизированные системы – ZEUS и Da Vinci, которые позволили реализовать трансконтинентальную телероботохирургию. В 2001 году хирурги успешно удалили желчный пузырь пациентке во Франции, управляя системой из Нью-Йорка, находясь на расстоянии 7000 км, а современные средства связи обеспечили передачу сигналов по трансатлантическому волоконно-оптическому кабелю [44].

В настоящее время активно развиваются такие направления, как трансоральная роботическая хирургия и онкологическая хирургия головы и шеи. К 2014 году было опубликовано более 6000 работ по роботической хирургии, установлено более 4000 систем Da Vinci в 1500 медицинских учреждениях по всему миру и проведено 350 000 робот-ассистированных оперативных вмешательств, наиболее распространёнными из которых стали роботическая радикальная простатэктомия и гистерэктомия [45].

В России первые роботизированные системы Da Vinci были внедрены в 2008 году в урологической практике для проведения радикальной простатэктомии, позже их стали применять и в других областях хирургии. К 2012 году в России было установлено 10 роботизированных систем и проведено более 1500 операций [46], а в 2017 году был создан российский робот-хирург да Винчи, преимуществами которого стали наибольшая точность, наименьший вес и стоимость, что послужило ещё более широкому распространению робот-ассистированных оперативных вмешательств на практике [47].

Исследование Стауффера Т.П. и соавт. (2023) указывают, что выполнение роботизированной колэктомии с помощью современных технологий упрощает выполнение лимфодиссекции на протяжении брыжейки и верхней брыжеечной артерии, однако значительных клинических преимуществ над привычным лапароскопическим методом не было выявлено [48].

Техника трансперитонеальной робот-ассистированной радикальной простатэктомии (РАРП) была осуществлена с целью раннего восстановления удержания мочи у пациентов с раком простаты [49]. Применённая технология позволила минимизировать травматизацию тканей, окружающих предстательную железу и мочевого пузыря, что повышает функциональные результаты лечения и отмечается в работах Тугсу В. и соавт. (2019), Ракула С.А. и соавт. (2020) и Юхнова Ю.И. (2023) [50–52]. Более того, в своих исследованиях Итинсон К.С. (2020) и Укмез А. и соавт. (2020) отмечают значимость реконструкции опорно-связочного аппарата малого таза с помощью РАРП для более раннего восстановления удержания мочи [53, 54]. Помимо этого, робот-ассистированные технологии находят применение в целях диагностики и лечения гинекологических патологий [55, 56].

Применение робот-ассистированного оборудования при сегментэктомии с пластикой бронха в рамках исследования Шевченко Ю.Л. (2020) способствовало формированию шва с минимально травматичным доступом [57]. Робот-ассистированные оперативные вмешательства при новообразованиях средостения также доказали свою эффективность и были признаны наиболее безопасными и обоснованными методами хирургическими

ских манипуляций [58–60], поскольку позволили избежать значительного доступа области грудной клетки, тем самым улучшив результаты лечения [61].

Робот-ассистированная хирургия при новообразованиях почек также демонстрирует низкий уровень осложнений в послеоперационном периоде и сравнительно высокую возможность функциональной реабилитации поражённой почки [62–64], а исследования Мелерзанова А.В. и соавт. (2020) и Кована Б. и соавт. (2024) указывают на возможность применения малоинвазивного подхода при сложных клинических случаях, мало поддающихся традиционным методам оперативного лечения рака почки [65, 66].

Современные роботизированные хирургические системы в ортопедии включают роботизированную руку, инструменты для резки и технологии навигации с различными типами управления [67]. Задачами данных систем являются точное предоперационное планирование с использованием 3D моделирования, индивидуальный выбор имплантата, виртуальное позиционирование с учётом механических осей конечности и высокоточная резекция кости для правильной установки протеза [68].

Роботизированные системы для хирургии коленного сустава делятся на две группы в зависимости от уровня автономности:

1. Активные роботизированные системы: а) работают автономно, но под визуальным контролем хирурга; б) самостоятельно производят опилов бедренной и большеберцовой кости по предоперационному плану (пример: "TSolutionOne" (THINK Surgical Inc., США)) [24].

2. Полуактивные роботизированные системы: а) помогают хирургу контролировать отклонения от предоперационного плана; б) хирург задает уровни и углы опилов, а саму резекцию выполняет самостоятельно (примеры: "NAVIO Surgical System" (Smith & Nephew, США) и "MAKO Robotic arm" (Stryker Ltd, США)) [69].

"MAKO Robotic arm" а) состоит из датчиков, стойки с инфракрасной камерой и «роботизированной руки»; б) используется КТ-сканирование для планирования; в) система считывает информацию с датчиков, выводя на экран изображение анатомии коленного сустава; г) «роботизированная рука» задаёт углы и уровни резекции, хирург перемещает её по заданной траектории, контролируя давление на пилу; д) отклонения от траектории деактивируют роботизированное устройство; е) основное применение: одномыщелковое эндопротезирование; ж) обеспечивает в 3,1 раза более точные опиловы по сравнению с ручным методом [5].

"NAVIO Surgical System" использует портативную платформу с датчиками, инфракрасной камерой и роботической фрезой, при этом датчики фиксиру-

ются к бедру и голени, а информация считывается камерами и выводится на экран. Хирург выполняет опиловы с помощью роботической фрезы, контролируя перемещение и усилие, при отклонении от траектории останавливают фрезу. Данная система применяется для одномыщелкового эндопротезирования, изолированного протезирования пателлофemorального сустава и иногда для тотального эндопротезирования, для выполнения оперативного вмешательства применяется интраоперационная навигация, при этом КТ-планирование не требуется, к тому же допускаются миниинвазивные доступы [70].

В целом, роботизированные системы для хирургии коленного сустава повышают точность и эффективность оперативных вмешательств, вместе с этим, точность выполняемых опилов зависит от навыков хирурга и плотности костной ткани, но благодаря роботизированным системам становится возможно минимизировать влияние данных факторов [71, 72].

"TSolution-One" (THINK Surgical Inc., США) – это активная роботизированная система, которая была разработана в 1992 году под названием Robodoc, а затем переименована. В августе 2019 года она получила разрешение FDA для тотальной артропластики коленного сустава. "TSolution-One" работает автономно, самостоятельно выполняя резекцию кости по предоперационному плану, основанному на КТ-сканировании. Хирург планирует операцию, создавая индивидуальный план с параметрами резекции и выбором имплантата, который затем сохраняется на компьютере [73–75]. Исследование Шитз К.Х. и соавт. (2019) наглядно демонстрирует, что система "TSolution-One" стремится к максимально точной резекции кости, минимизируя влияние ручного фактора и индивидуальных особенностей костной ткани [76]. В своей работе Оичиева Б.Р. и соавт. (2024) отмечают, что важным моментом является то, что "TSolution-One" получила разрешение FDA для тотальной артропластики коленного сустава, что подчёркивает её безопасность и эффективность [77].

Заключение

Роботизация в настоящее время получает всё более широкое распространение в разных отраслях медицины, в том числе и в хирургии. Современные роботизированные технологии находят применение при оперативных вмешательствах в ограниченных анатомических областях, где располагаются жизненно важные структуры, способствуют улучшению визуализации оперируемой области, повышая точность действий хирурга и снижая вероятность возникновения осложнений. Снижение хирургической агрессии не только способствует быстрому восстановлению пациентов в послеоперационном периоде, но и позитивно сказывается на долгосрочных результатах лечения.

Литература [References]

- 1 Cowan B., Gomes C., Morris P., et al. Robotic technology in surgery; a classification system of soft tissue surgical robotic devices. *Surg Endosc.* 2024;38:3645-3653. <https://doi.org/10.1007/s00464-024-10861-4>
- 2 Андреев А.А., Глухов А.А., Остроушко А.П., Лаптиева А.Ю., Боков Д.А., Михайлов Н.О., Коновалов П.А. Автоматизированные и роботизированные системы в хирургической практике. *Наука и инновации в медицине.* 2024;9(3):231-236. Andreev A.A., Glukhov A.A., Ostrotroushko A.P., Lapatieva A.Y., Bokov D.A., Mikhailov N.O., Kononov P.A. Automated robotic systems in surgical practice. *Science and Innovations in Medicine.* 2024;9(3):231-236. (In Russ.) <https://doi.org/10.35693/SIM540155>. [
- 3 Пушкарь Д.Ю., Колонтарев К.Б. Робот-ассистированная радикальная простатэктомия - функциональный результат. Часть II. Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. 2019;(4):80-86. Pushkar' D.Iu., Kolontarev K.B. Robot-assisted radical prostatectomy – functional result. Part II. *Pirogov Russian Journal of Surgery.* 2019;(4):80-86. (In Russ.) <https://doi.org/10.17116/hirurgia201904180>
- 4 Handa A., Gaidhane A., Choudhari S.G. Role of Robotic-Assisted Surgery in Public Health: Its Advantages and Challenges. *Cureus.* 2024;16(6):e62958. <https://doi.org/10.7759/cureus.62958>
- 5 Морозов А. М., Жуков С. В., Беляк М. А., Стаменкович А. Б. Оценка экономических потерь вследствие развития инфекции области хирургического вмешательства. *Менеджер здравоохранения.* 2022;1:54-60. Morozov A.M., Zhukov S.V., Belyak M.A., Stamenkovich A.B. Assessment of economic losses due to the development of infection in the surgical intervention area. *Healthcare manager.* 2022;1:54-60. (In Russ.) <https://doi.org/10.21045/1811-0185-2022-1-54-60>
- 6 Wilson M., Badani K. Competing robotic systems. *Urologic Clinics of North America.* 2021;48(1):147-150. <https://doi.org/10.1016/j.ucl.2020.09.007>
- 7 Габузов Г.Г., Саврасов А.Л. Место робота в оперативной гинекологии. *Эндоскопическая хирургия.* 2021;27(6):56-63. Gabuzov G.G., Savrasov A.L. The place of the robot in operative gynecology. *Endoscopic Surgery.* 2021;27(6):56-63. (In Russ.) <https://doi.org/10.17116/endoskop20212706156>
- 8 Morrell A.L.G., Morrell-Junior A.C., Morrell A.G., Mendes J.M.F., Tustumi F., DE-Oliveira-E-Silva L.G., Morrell A. The history of robotic surgery and its evolution: when illusion becomes reality. *Rev Col Bras Cir.* 2021;13:48:e20202798. <https://doi.org/1590/0100-6991e-20202798>
- 9 Catchpole K., Cohen T., Alfred M., Lawton S., Kanji F., Shouhed D., Nemeth L., Anger J. Human Factors Integration in Robotic Surgery. *Hum Factors.* 2024;66(3):683-700. <https://doi.org/10.1177/001872082111068946>
- 10 Chihara R.K., Kim M.P., Chan E.Y. Robotic surgery facilitates complex minimally invasive operations. *J Thorac Dis.* 2020;12(9):4606-4607. <https://doi.org/10.21037/jtd-2020-42>
- 11 Морозов А.М., Сергеев А.Н., Кадыков В.А. и др. Современные антисептические средства в обработке операционного поля. *Вестник современной клинической медицины.* 2020;13(3):51-58. Morozov A.M., Sergeev A.N., Kadykov V.A. et al. Modern antiseptics in surgical area manipulation. *The Bulletin of Contemporary Clinical Medicine.* 2020;13(3):51-58. (In Russ.) [https://doi.org/10.20969/VSKM.2020.13\(3\):51-58](https://doi.org/10.20969/VSKM.2020.13(3):51-58)
- 12 Gopal G. et al. Digital transformation in healthcare – architectures of present and future information technologies. *Clin Chem Lab Med.* 2019; 57(3):328-335. <https://doi.org/10.1515/cclm-2018-0658>
- 13 Мосоян М.С. Современная робототехника в медицине. *Трансляционная медицина.* 2020;7(5):91-108. Mosoyan M.S. Modern robotics in medicine. *Translational Medicine.* 2020;7(5):91-108. (In Russ.) <https://doi.org/10.18705/2311-4495-2020-7-5-91-108>
- 14 Stefano G.B. Robotic Surgery: Fast Forward to Telemedicine. *Med Sci Monit.* 2017;17(23):1856. <https://doi.org/10.12659/msm.904666>
- 15 Domínguez-Rosado I., Mercado M.A. The future of technology and robotics in surgery. *Rev Invest Clin.* 2021;73(5):326-328. <https://doi.org/10.24875/RIC.21000304>
- 16 Cianchi F. Robotics in general surgery: a promising evolution. *Minerva Surg.* 2021;76(2):103-104. <https://doi.org/10.23736/S2724-5691.21.08764-2>
- 17 Kawashima K., Kanno T., Tadano K. Robots in laparoscopic surgery: Current and future status. *BMC Biomed Eng.* 2019;1:12. <https://doi.org/10.1186/s42490-019-0012-1>
- 18 Seekamp A. Robotik und computergestützte Chirurgie [Robotics and computer-assisted surgery]. *Chirurgie (Heidelb).* 2023; 94(4):289-291. <https://doi.org/10.1007/s00104-023-01822-z>
- 19 Пушкарь Д.Ю., Говоров А.В., Колонтарев К.Б. Робот-ассистированная хирургия. *Вестник Российской академии наук.* 2019;89(5):466-469. Pushkar' D.Iu., Golovorov A.V., Kolontarev K.B. Robot-assisted surgery. *Herald of the Russian Academy of Sciences.* 2019;89(5):466-469. (In Russ.) <https://doi.org/10.31857/S0869-5873895466-469>
- 20 Keck T. Robotics in Surgery and Endoscopy. *Visc Med.* 2020;36(2):69. <https://doi.org/10.1159/000506657>
- 21 Строгонова Л.Б., Васин Ю.А., Гардуньо Р.А., Князев А.Н. Стандартизация аппаратуры и методик медицинского контроля в пилотируемых космических полетах и вопросы телемедицины. *Качество и жизнь.* 2020;1(25):45-53. Stroganova L.B., Gardonyo R.A., Knyazev A.N. Standardization of equipment and methods of medical control in manned space flights and telemedicine issues. *Quality and life.* 2020; 1(25):45-53. (In Russ.) <https://doi.org/10.34214/2312-5209-2020-25-1-45-53>
- 22 Brasseti A., Ragusa A., Tedesco F., Prata F., Cacciatore L., Iannuzzi A., Bove A.M., Anceschi U., Proietti F., D'Annunzio S., Flammia R.S., Chiacchio G., Ferriero M., Guaglianone S., Mastroianni R., Misuraca L., Tuderti G., Simone G. Robotic Surgery in Urology: History from probot® to hugotm. *Sensors (Basel).* 2023;11;23(16):7104. <https://doi.org/10.3390/s23167104>
- 23 Wang X. et al. An analysis of clinical Efficacy of Microsurgical resection of intradural Neoplasm by unilateral approach with Caspar retractors. *Medical Principles and Practice.* 2020;29(3):231-237. <https://doi.org/10.1159/000503554>
- 24 Lin T., Xie Q., Peng T., Zhao X., Chen D. The role of robotic surgery in neurological cases: A systematic review on brain and spine applications. *Heliyon.* 2023 19;9(12):e22523. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e22523>
- 25 Лычагин А.В. и др. Клиническая эффективность и точность выравнивания механической оси при роботизированном тотальном эндопротезировании коленного сустава. *Гений ортопедии.* 2023;29(5):487-494. Lychagin A.V. et al. Clinical evaluation and accuracy of mechanical axis alignment in robotic total knee arthroplasty. *Genij Ortopedii.* 2023;29(5):487-494. (In Russ.) <https://doi.org/10.18019/1028-4427-2023-29-5-487-494>
- 26 Hans S., Baudouin R., Circiu M.P., Couineau F., Lisan Q., Crevier-Buchman L., Lechien J.R. Laryngeal Cancer Surgery: History and Current Indications of Transoral Laser Microsurgery and Transoral Robotic Surgery. *J Clin Med.* 2022; 29;11(19):5769. <https://doi.org/10.3390/jcm11195769>
- 27 Ryvlin J., Shin J.H., Yassari R., De la Garza Ramos R. Editorial: Artificial intelligence and advanced technologies in neurological surgery. *Front Surg.* 2023;18;10:1251086. <https://doi.org/10.3389/fsurg.2023.1251086>
- 28 Rivero-Moreno Y., Echevarria S., Vidal-Valderrama C., et al. Robotic Surgery: A Comprehensive Review of the Literature and Current Trends. *Cureus.* 2023;15(7):e42370. <https://doi.org/10.7759/cureus.42370>

- 29 Anderson, Oliver, and Tan Arulampalam. The FreeHand system. Handbook of Robotic and Image-Guided Surgery. Elsevier. 2020:57-78. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814245-5.00004-9>
- 30 Дмитриев А.Ю., Дашьян В.Г. Роботы в краниальной нейрохирургии, эволюция за 35 лет. Журнал им. Н. В. Склифосовского «Неотложная медицинская помощь». 2022;11(2):355-363. Dmitriev A.Yu., Dashyan V.G. Robotics in Cranial Neurosurgery, 35 Years of Evolution. Russian Sklifosovsky Journal "Emergency Medical Care". 2022;11(2):355-363. (In Russ.) <https://doi.org/10.23934/2223-9022-2022-11-2-355-363>
- 31 Ding C., Saw C.B., Timmerman R.D. Cyberknife stereotactic radiosurgery and radiation therapy treatment planning system. Med Dosim. 2018; 43(2):129-140. <https://doi.org/10.1016/j.meddos.2018.02.006>
- 32 Sharma Sh., Gupta D.K. Modern surgical strategies in pediatric oncology. Medical News of North Caucasus. 2016;11(2):228-231. <https://doi.org/10.14300/mnnc.2016.11047>
- 33 Ilnát P., Skácelíková E., Tesář M., Penka I. Stereotactic body radiotherapy using the CyberKnife® system in the treatment of patients with liver metastases: state of the art. Onco Targets Ther. 2018;10(11):4685-4691. <https://doi.org/10.2147/OTT.S165878>
- 34 Bin Sumaida A., Shanbhag N.M., Balaraj K. Evaluating the Efficacy and Safety of CyberKnife for Meningiomas: A Systematic Review. Cureus. 2024;24;16(3):e56848. <https://doi.org/10.7759/cureus.56848>
- 35 Chopra H., Baig A.A., Cavalu S., Singh I., Emran T.B. Robotics in surgery: Current trends. Ann Med Surg (Lond). 2022 17;81:104375. <https://doi.org/10.1016/j.amsu.2022.104375>
- 36 Morrell A.L.G., Morrell-Junior A.C., Morrell A.G., Mendes J.M.F., Tustumi F., DE-Oliveira-E-Silva L.G., Morrell A. The history of robotic surgery and its evolution: when illusion becomes reality. Rev Col Bras Cir. 2021 13;48:e20202798. <https://doi.org/10.1590/0100-6991e-20202798>
- 37 Alluri R.K., Avrumova F., Sivaganesan A., Vaishnav A.S., Lebl D.R., Qureshi S.A. Overview of Robotic Technology in Spine Surgery. HSS J. 2021;17(3):308-316. <https://doi.org/10.1177/15563316211026647>
- 38 Remily E.A., Nabet A., Sax O.C., Douglas S.J., Pervaiz S.S., Delanois R.E. Impact of Robotic Assisted Surgery on Outcomes in Total Hip Arthroplasty. Arthroplast Today. 2021 30;9:46-49. <https://doi.org/10.1016/j.artd.2021.04.003>
- 39 Григорчук А.Ю., Базаров Д.В., Казарян Г.А. и др. Первый опыт робот-ассистированной сегментэктомии с пластикой бронха. Клиническая и экспериментальная хирургия. Журнал имени академика Б.В. Петровского. 2023;11(4):128-132. Grigorchuk A.Yu., Bazarov D.V., Kazaryan G.A. et al. First experience with robot-assisted segmentectomy with bronchusplasty. Clinical and experimental surgery. 2023; 11(4):128-132. (In Russ.) <https://doi.org/10.33029/2308-1198-2023-11-4-128-132>
- 40 Bramhe S., Pathak S.S. Robotic Surgery: A Narrative Review. Cureus. 2022 15;14(9):e29179. <https://doi.org/10.7759/cureus.29179>
- 41 Domínguez-Rosado I., Mercado M.A. The future of technology and robotics in surgery. Rev Invest Clin. 2021;73(5):326-328. <https://doi.org/10.24875/RIC.21000304>
- 42 Семиколонова В.А., Андреев А.А., Лаптиёва А.Ю., Глухов А.А. Современные минимально инвазивные технологии в гинекологической практике. Сибирское медицинское обозрение. 2022;4:39-45. Semikolenova V.A., Andreev A.A., Laptiyova A.Y., Glukhov A.A. Modern minimally invasive technologies in gynecological practice. Siberian Medical Review. 2022;4:39-45. (In Russ.) <https://doi.org/10.20333/25000136-2022-4-39-45>
- 43 Андреев А.А. и др. Автоматизированные и роботизированные системы в хирургической практике. Наука и инновации в медицине. 2024;9(3):231-236. Andreev A.A. et al. Automated robotic systems in surgical practice. Science and Innovations in Medicine. 2024;9(3):231-236. (In Russ.) <https://doi.org/10.35693/SIM540155>
- 44 Dunn D. Robotic-assisted surgery: A brief history to understand today's practices. AORN Journal. 2022;115(3):217-221. <https://doi.org/10.1002/aorn.13629>
- 45 Жалилов Х.М. и др. Краткая история искусственного интеллекта и роботизированной хирургии в ортопедии и травматологии и ожидания на будущее. Central Asian Journal of Medical and Natural Science. 2022;3(6):223-232. Jalilov X.M. et al. A brief history of artificial intelligence and robotic surgery in orthopedics and traumatology and expectations for the future. Central Asian Journal of Medical and Natural Science. 2022;3(6):223-232. (In Russ.) <https://doi.org/10.17605/cajms.v3i6.1199>
- 46 Моисеев М.Е., Гладышев Д.В., Коваленко С.А. и др. Влияние факторов операционного риска на непосредственные результаты робот-ассистированной хирургии при раке прямой кишки. РМЖ. Медицинское обозрение. 2023;7(4):191-195. Moiseev M.E., Gladyshev D.V., Kovalenko S.A. et al. Influence of operative risk factors on immediate results of robot-assisted surgery for rectal cancer. RMZH. Medical Review. 2023;7(4):191-195. (In Russ.) <https://doi.org/10.32364/2587-6821-2023-7-4-191-195>
- 47 Ильин Д.М., Гулиев Б.Г. Ретциус-сберегающая робот-ассистированная радикальная простатэктомия: первый опыт и техника выполнения. Урологические ведомости. 2019;9(4):19-24. Ilyin D.M., Guliev B.G. Retzius-saving robot-assisted radical prostatectomy: first experience and technique of performance. Urological Bulletins. 2019;9(4):19-24. (In Russ.) <https://doi.org/10.17816/uroved9419-24>
- 48 Stauffer T.P., Kim B.I., Grant C., Adams S.B., Anastasio A.T. Robotic Technology in Foot and Ankle Surgery: A Comprehensive Review. Sensors (Basel). 2023;6;23(2):686. <https://doi.org/10.3390/s23020686>
- 49 Are L., De Mauro D., Rovere G., Fresta L., Tartarone M., Illuminati A., Smakaj A., Maccauro G., Liuzza F. Robotic-assisted unicompartmental knee arthroplasty performed with Navio system: a systematic review. Eur Rev Med Pharmacol Sci. 2023;27(6):2624-2633. https://doi.org/10.26355/eurrev_202303_31799
- 50 Tugcu V., Akca O., Simsek A., et al. Robotic-assisted perineal versus transperitoneal radical prostatectomy: A matched-pair analysis. Turk J Urol. 2019;45(4):265-272. <https://doi.org/10.5152/tud.2019.98254>
- 51 Юхнова Ю.И. Искусственный интеллект и роботы в медицине: проблема ответственности за причинение вреда пациентам. Юрист. 2023;1(1):21-26. Yukhnova Y.I. Artificial intelligence and robots in medicine: pro-problem of responsibility for causing harm to patients. Jurist. 2023;1(1):21-26. (In Russ.) <https://doi.org/10.18572/1812-3929-2023-1-21-26>
- 52 Ракул С.А., Ромащенко П.Н., Поздняков К.В. и др. Малоинвазивные технологии хирургического лечения рака почки. Вестник хирургии им. И.И. Грекова. 2020;179(6):34-43. Rakul S.A., Romashchenko P.N., Pozdnyakov K.V., Maistrenko N.A., Eloev R.A. Minimally invasive technologies for surgical treatment of kidney cancer. Grekov's Bulletin of Surgery. 2020;179(6):34-43. (In Russ.) <https://doi.org/10.24884/0042-4625-2020-179-6-34-43>
- 53 Urkmez A., Ranasinghe W., Davis J.W. Surgical techniques to improve continence recovery after robot-assisted radical prostatectomy. Transl Androl Urol. 2020;9(6):3036-48. <https://doi.org/10.21037/tau.2020.03.36>
- 54 Итинсон К.С. Технологии четвертой промышленной революции в обучении медицинским специальностям. Азимут научных исследований: педагогика и психология. 2020;2(31):103-105. Itinson K.S. Technologies of the fourth industrial revolution in teaching medical specialties. Azimut of scientific research: pedagogy and psychology. 2020;2(31):103-105. (In Russ.) <https://doi.org/10.26140/anip-2020-0902-0022>

- 55 Козка А.А., Олифирова О.С., Ермолаева Е.А. Симуляционное обучение врачей основам эндовидеохирургии. *Виртуальные технологии в медицине*. 2020;3(25):53-54. Kozka A.A., Olifirova O.S., Ermolaeva E.A. Simulation training of doctors in the basics of endovideosurgery. *Virtual technologies in medicine*. 2020;3(25):53-54. (In Russ.) https://doi.org/10.46594/2687-0037_2020_3_1210
- 56 Пушкарь Д.Ю., Говоров А.В., Раснер П.И., Колонтарев К.Б. Роль симуляторов в обучении робот-ассистированной хирургии. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. 2018;3:82-88. Pushkar D. Yu., Govorov A. V., Rasner P. I., Kolontarev K. B. The role of simulators in teaching for robot-assisted surgery. *Surgery. Journal them. N.I. Pirogov*. 2018;3:82-88. (In Russ.) <https://doi.org/10.17116/hirurgia2018382-88>
- 57 Шевченко Ю.Л., Аблицов А.Ю., Ветшев П.С. и др. Modern technologies in surgery of the mediastinum. *Вестник Национального медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова*. 2020;15(1):4-12. Shevchenko Y.L., Ablitsov A.Y., Vetshev P.S. et al. Modern technologies in surgery of the mediastinum. *Bulletin of N.I. Pirogov National Medical and Surgical Center*. 2020;15(1):4-12. (In Russ.) <https://doi.org/10.25881/BPNMSC.2020.82.77.001>
- 58 Szolkowska M., Szczepulska-Wojcik E., Maksymiuk B., Burakowska B. Primary mediastinal neoplasms: a report of 1.005 cases from a single institution. *J Thorac Dis*. 2019;11(6):2498-2511. <https://doi.org/10.21037/jtd.2019.05.42>
- 59 Ishikawa N., Oda M., Kawachi K., Watanabe G. Robot-assisted single-port surgery for mediastinal tumors. *Surg Today*. 2019;49(1):96-98. <https://doi.org/10.1007/s00595-018-1722-z>
- 60 Cheng Y., Lin Y., Long Y., Du L., Chen R., Hu T., Guo Q., Liao G., Huang J. Is the CyberKnife® radiosurgery system effective and safe for patients? An umbrella review of the evidence. *Future Oncol*. 2022;18(14):1777-1791. <https://doi.org/10.2217/fon-2021-0844>
- 61 Светочева Я.А., Слусаренко Р.И., Цариченко Д.Г. и др. Реконструкция опорно-связочного аппарата малого таза при робот-ассистированной радикальной простатэктомии как этап кривой обучения. *Андрология и генитальная хирургия*. 2021;22(1):76-84. Svetocheva Y.A., Slusarenko R.I., Tsarichenko D.G. et al. Reconstruction of the pelvic musculoskeletal apparatus at robot-assisted radical prostatectomy as a stage of the learning curve. *Andrology & Genital Surgery*. 2021; 22(1):76-84. (In Russ.) <https://doi.org/10.17650/1726-9784-2021-22-1-76-84>
- 62 Ракул С.А., Поздняков К.В., Елоев Р.А., Плискачевский Н.А. Практика лечения рака почки в условиях современного стационара: эволюция подходов. *Онкоурология*. 2018;14(2):44-53. Rakul S.A., Pozdnyakov K.V., Eloev R.A., Pliskachevskiy N.A. Practical aspects of treatment of kidney cancer in a modern hospital: the evolution of surgical approaches. *Cancer Urology*. 2018;14(2):44-53. (In Russ.) <https://doi.org/10.17650/1726-9776-2018-14-2-44-53>
- 63 Furukawa J., Kanayama H., Azuma H. et al. «Trifecta» outcomes of robot-assisted partial nephrectomy: a large Japanese multicenter study. *J. Clin. Oncol*. 2020; 25(2):347-353. <https://doi.org/10.1007/s10147-019-01565-0>
- 64 Ван Дж., Ху К., Ван И, Ву И., Бао Э, Ван Дж., Тан С, Тан Т. Роботизированная и открытая радикальная простатэктомия: систематический обзор и мета-анализ проспективных исследований. *J Robot Surg*. 2023;17(6):2617-2631. Wang J., Hu K., Wang Y., Wu Y., Bao E7, Wang J., Tan S., Tan T. Robot-assisted and open radical prostatectomy: a systematic review and meta-analysis of prospective studies. *J Robot Surg*. 2023;17(6):2617-2631. (In Russ.) <https://doi.org/10.1007/s11701-023-01714-8>
- 65 Мелерзанов А.В., Алмазов А.А., Иванова М.А. и др. Классификация цифровых технологий и их влияние на показатели здравоохранения. *Проблемы стандартизации в здравоохранении*. 2020;(5-6):3-9. Melerzanov A.V., Almazov A.A., Ivanova M.A. et al. Classification of digital technologies and their impact on health care indicators. *Problems of standardization in healthcare*. 2020;(5-6):3-9. (In Russ.) <https://doi.org/10.26347/1607-2502202005-06003-009>
- 66 Cowan B., Gomes C., Morris P., Fryrear R. 2nd, Petraiulo W., Walton M., Alseidi A., Horgan S., Hagen M. Robotic technology in surgery; a classification system of soft tissue surgical robotic devices. *Surg Endosc*. 2024;38(7):3645-3653. <https://doi.org/10.1007/s00464-024-10861-4>
- 67 Aitzetmüller M.M., Klietz M.L., Dermietzel A.F., Hirsch T., Kückelhaus M. Robotic-Assisted Microsurgery and Its Future in Plastic Surgery. *J Clin Med*. 2022 13;11(12):3378. <https://doi.org/10.3390/jcm11123378>
- 68 Grünherz L., Gousopoulos E., Barbon C., Uyulmaz S., Giovanoli P., Lindenblatt N. Robotik in der plastischen Chirurgie [Robotics in plastic surgery]. *Chirurgie (Heidelb)*. 2023;94(4):325-329. <https://doi.org/10.1007/s00104-022-01790-w>
- 69 Condino S., Piazza R., Carbone M., Bath J., Troisi N., Ferrari M., Berchiolli R. Bioengineering, augmented reality, and robotic surgery in vascular surgery: A literature review. *Front Surg*. 2022;19;9:966118. <https://doi.org/10.3389/fsurg.2022.966118>
- 70 Battenberg A.K., Netravali N.A., Lonner J.H. A novel handheld robotic-assisted system for unicompartmental knee arthroplasty: surgical technique and early survivorship. *J Robot Surg*. 2020;14(1):55-60. <https://doi.org/10.1007/s11701-018-00907-w>
- 71 Zeng Q., Chen C., Zhang N., Yu J., Yan D., Xu C., Liu D., Zhang Q., Zhang X. Robot-assisted thoracoscopic surgery for mediastinal tumours in children: a single-centre retrospective study of 149 patients. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2023;1;64(5):ezad362. <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezad362>
- 72 Sherif Y.A., Adam M.A., Imana A., Erdene S., Davis R.W. Remote Robotic Surgery and Virtual Education Platforms: How Advanced Surgical Technologies Can Increase Access to Surgical Care in Resource-Limited Settings. *Semin Plast Surg*. 2023;30;37(3):217-222. <https://doi.org/10.1055/s-0043-1771301>
- 73 Sekhon Inderjit Singh H.K., Armstrong E.R., Shah S., Mirnezami R. Application of robotic technologies in lower gastrointestinal tract endoscopy: A systematic review. *World J Gastrointest Endosc*. 2021;16;13(12):673-697. <https://doi.org/10.4253/wjge.v13.i12.673>
- 74 Mao J.Z., Agyei J.O., Khan A., Hess R.M., Jowdy P.K., Mullin J.P., Pollina J. Technologic Evolution of Navigation and Robotics in Spine Surgery: A Historical Perspective. *World Neurosurg*. 2021;145:159-167. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2020.08.224>
- 75 Морозов А.М., Жуков С.В., Беляк М.А., Страменкович А.Б. Оценка экономических потерь вследствие развития инфекции области хирургического вмешательства. *Менеджер здравоохранения*. 2022;1:54-60. Morozov A.M., Zhukov S.V., Belyak M.A., Stramenkovich A.B. Estimation of economic losses due to the development of infection in the area of surgical intervention. *Health Care Manager*. 2022;1:54-60. (In Russ.) <https://doi.org/10.21045/1811-0185-2022-1-54-60>
- 76 Sheetz K.H., Clafflin J., Dimick J.B. Trends in the Adoption of Robotic Surgery for Common Surgical Procedures. *JAMA Netw Open*. 2020; 3;3(1):e1918911. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2019.18911>
- 77 Oichueva B.R., Amegha N., Rakhmanberdi Kyzy M. The role of AI in medicine: the beginning of new era. *Journal of Osh State University. Medicine*. 2024;1(3):59-65. [https://doi.org/10.52754/16948831_2024_1\(3\)_8](https://doi.org/10.52754/16948831_2024_1(3)_8)

Авторская справка**Парфеев Дмитрий Геннадьевич**

Канд. мед. наук, врач травматолог-ортопед, заведующий отделением № 1, Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Р.Р. Вредена.

ORCID 0000-0001-8199-7161

Вклад автора: анализ данных литературы.

Морозов Артём Михайлович

Канд. мед. наук, доцент кафедры общей хирургии, Тверской государственный медицинский университет.

ORCID 0000-0003-4213-5379, SPIN-код 6815-9332

Вклад автора: анализ данных литературы.

Хорак Константин Иосифович

Врач травматолог-ортопед, Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Р.Р. Вредена.

ORCID 0000-0003-4043-4164, SPIN-код 1961-0790

Вклад автора: анализ и подготовка текста работы.

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, SPIN-код 5532-8870,

Вклад автора: анализ и подготовка текста работы.

Жуков Сергей Владимирович

Д-р мед. наук, профессор кафедры общественного здоровья и здравоохранения, Тверской государственный медицинский университет.

ORCID 0000-0002-3145-9776, SPIN-код 7604-1244

Вклад автора: дизайн работы, научное редактирование текста.

Аминова Алина Дамировна

Студентка, Тверской государственный медицинский университет.

ORCID 0009-0005-2216-9186

Вклад автора: изучение источников литературы.

Жежелева Валерия Андреевна

Студентка, Тверской государственный медицинский университет.

ORCID 0009-0008-3935-6086

Вклад автора: изучение источников литературы.

Author's reference**Dmitriy G. Parfeev**

MD, PhD, traumatologist-orthopedist, head of department No 1, Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics.

ORCID 0000-0001-8199-7161

Author's contribution: literature data analysis.

Artem M. Morozov

MD, PhD, associate professor of the Department of General Surgery, Tver State Medical University.

ORCID 0000-0003-4213-5379, SPIN-code 6815-9332

Author's contribution: literature data analysis.

Konstantin I. Khorak

Traumatologist-orthopedist, Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics.

ORCID 0000-0003-4043-4164, SPIN-code 1961-0790

Author's contribution: analysis and preparation of the text of the work.

Pavel G. Kogan

Candidate of Medical Sciences, traumatologist-orthopedist, Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics.

ORCID 0000-0002-7179-4851, SPIN-code 5532-8870,

Author's contribution: analysis and preparation of the text of the work.

Sergey V. Zhukov

Doctor of Medical Sciences, Professor of the Department of Public Health and Healthcare, Tver State Medical University.

ORCID 0000-0002-3145-9776, SPIN-code 7604-1244

Author's contribution: design of the work, scientific editing of the text.

Alina D. Aminova

Student, Tver State Medical University.

ORCID 0009-0005-2216-9186

Author's contribution: study of literary sources.

Valeriya A. Zhezheleva

Student, Tver State Medical University.

ORCID 0009-0008-3935-6086

Author's contribution: study of literary sources.