

### РОЛЬ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ В ЛУЧЕВОЙ ДИАГНОСТИКЕ АНЕВРИЗМЫ БРЮШНОГО ОТДЕЛА АОРТЫ

**С.С. Саидов<sup>1</sup>, С.К. Скульский<sup>2</sup>, Н.П. Морозова<sup>3</sup>, Я.А. Лубашев<sup>1,2,4</sup>, В.А. Ратников<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Московский медицинский университета «Реавиз», Москва

<sup>2</sup>Отраслевой клинико-диагностический центр ПАО «Газпром», Москва

<sup>3</sup>Центральный военный клинический госпиталь им. А.А. Вишневского, Москва

<sup>4</sup>Федеральный научно-клинический центр специализированных видов  
медицинской помощи и медицинских технологий ФМБА России, Москва

<sup>5</sup>Северо-западный окружной научно-клинический центр им. Л.Г. Соколова, Санкт-Петербург

**Резюме.** Аневризматическое поражение брюшного отдела аорты является распространенным заболеванием, частота которого превышает 8 % [1, 2]. У четверти из первично обследованных пациентов групп риска указанной патологии диагностируются осложненные формы [3], что отрицательно отражается на продолжительности жизни этой категории пациентов. Летальность у них достигает 83 % [4]. Частота различных осложнений, связанных с длительностью и травматичностью открытых хирургических вмешательств, находится в интервале от 7 до 39 % [5, 6]. При этом, существующие алгоритмы обследования пациентов с аневризмой брюшного отдела аорты, направленные на своевременное обнаружение до- и послеоперационных осложнений, требуют существенной коррекции [6, 7]. Представленные данные и многообразие лучевых методов и методик диагностики аневризмы брюшного отдела аорты указывают на необходимость дальнейшего поиска путей решения этой актуальной проблемы.

**Ключевые слова:** аневризма брюшного отдела аорты (АБА), заболевания брюшного отдела аорты, магнитно-резонансная томография, ультразвуковая диагностика, компьютерная томография.

**Для цитирования:** Саидов С.С., Скульский С.К., Морозова Н.П., Лубашев Я.А., Ратников В.А. Роль магнитно-резонансной томографии в лучевой диагностике аневризмы брюшного отдела аорты. *Вестник медицинского института «РЕАВИЗ». Реабилитация, Врач и Здоровье.* 2022;12(2):22-35. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2022.2.CLIN.8>



## THE ROLE OF MAGNETIC RESONANCE IMAGING IN RADIATION DIAGNOSIS OF ABDOMINAL AORTIC ANEURYSM

S.S. Saidov<sup>1</sup>, S.K. Skul'skiy<sup>2</sup>, N.P. Morozova<sup>3</sup>, Ya.A. Lubashev<sup>1, 2, 4</sup>, V.A. Ratnikov<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Moscow Medical University "Reaviz", Moscow

<sup>2</sup>Industry Clinical and Diagnostic Center of PJSC Gazprom, Moscow

<sup>3</sup>rd A.A. Vishnevsky Central Clinical Hospital, Moscow

<sup>4</sup>Federal Research and Clinical Center for Specialized Medical Care  
and Medical Technologies FMBA of Russia, Moscow

<sup>5</sup>L.G. Sokolov North-Western Regional Research and Clinical Center, St. Petersburg

**Abstract.** Aneurysmal lesion of the abdominal aorta is a common disease, the frequency of which exceeds 8% [1, 2]. A quarter of the initially examined patients at risk of this pathology are diagnosed with complicated forms [3], which negatively affects the life expectancy of this category of patients. Their lethality reaches 83% [4]. The frequency of various complications associated with the duration and trauma of open surgical interventions ranges from 7 to 39% [5, 6]. At the same time, the existing algorithms for examining patients with AAA, aimed at the timely detection of pre- and postoperative complications, require significant correction [6, 7]. The presented data and the variety of X-ray methods and techniques for diagnosing an aneurysm of the abdominal aorta indicate the need for further search for ways to solve this urgent problem. Determining the role of magnetic resonance imaging in the algorithm for radiological diagnosis of diseases and complications of abdominal aortic aneurysm.

**Key words:** abdominal aortic aneurysm (AAA), diseases of the abdominal aorta, magnetic resonance imaging, ultrasound diagnostics, computed tomography.

**Cite as:** Saidov S.S., Skul'skiy S.K., Morozova N.P., Lubashev Ya.A., Ratnikov V.A. The role of magnetic resonance imaging in radiation Diagnosis of abdominal aortic aneurysm. *Bulletin of the Medical Institute "REAVIZ". Rehabilitation, Doctor and Health.* 2022;12(2):22-35. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2022.2.CLIN.8>

### Введение

Сегодня, на фоне роста заболеваемости сердечно-сосудистой системы, сохраняется и рост такого заболевания, как аневризма брюшного отдела аорты (АБА). Первое определение АБА дали К.Р. Стейнберг и М. Арчер в 1965 г., полученное на основании анализа серий аортографий. Аневризмой брюшной аорты считается ее расширение более 3 см или ее расширение в 1,5 раза превышающее ее диаметр в нерасширенном участке брюшной аорты [8–10]. Основными факторами риска развития заболевания являются возраст более 65 лет, мужской пол, курение, болезнь коронарных артерий, гипертония, наследственность. Причины, по которым табакокурение связано с АБА, остаются неиз-

вестными [11]. Женщины старше 65 лет болеют в 3–4 раза реже. Эстроген-опосредованное снижение выработки макрофагов MMP-9 является важным механизмом, вызывающим гендерные различия в развитии аневризмы. Иными словами, низкая заболеваемость женщин АБА обусловлена иммуномодулирующим действием эстрогена, который уменьшает выработку матричных металлопротеиназ, протеолитических ферментов, высвобождаемые Т и В лимфоцитами, макрофагами и другими клетками воспаления, которые разрушают коллаген и эластин стенки сосуда. Но вместе с тем, течение заболевания у женщины с сформировавшейся АБА, протекает более агрессивно, это и более быстрый темп роста аневризмы, и большая вероятность разрыва (в

4 раза чаще в наблюдаемых группах) при меньшем диаметре аневризмы, и большая смертность, в т.ч. при плановых и внеплановых операциях [6, 11]. Интересен тот факт, что у пациентов с сахарным диабетом, который является фактором риска развития многих сердечно-сосудистых заболеваний, частота разрыва аневризмы ниже, нежели у пациентов без сахарного диабета в анамнезе [12].

История диагностики аневризмы аорты (АА) насчитывает несколько сотен лет: первые патологоанатомические и клинические описания АА относятся к XVI в. (Fernelius, 1542; Vesalius, 1557; Pare, 1561). На «заре» диагностики аневризм большинство из них были сифилитического генеза, в дальнейшем к ним присоединились аневризмы атеросклеротического генеза, которые к середине XX века имели соотношение один к одному.

Сегодня по этиологическому фактору различают врожденные и приобретенные аневризмы, последние делятся на воспалительные, не воспалительные, механические (гемодинамические, посттравматические) и идиопатические (медионекроз во время беременности, медионекроз Эрдгейма). Также различают послеоперационные аневризмы [6, 17].

В большинстве случаев основой морфологических изменений АБА являются дегенеративные изменения эластических волокон и воспалительные изменения в меди и адвентиции, что приводит к потере гладкомышечных клеток и разрушению эластина и коллагена [6, 14, 17].

Существуют различные классификации АБА с учетом локализации, этиопатогенеза, формы, течения заболевания, наличия или отсутствия ее расслоения. По локализации выделяют аневризмы выше почечных артерий, юкста-почечные, и ниже почечных артерий, при этом последние составляют 90 % от всех АБА, т.к. стенка инфраренального отдела содержит более низкую концентрацию эластина в сосуде. Аневризмы по форме делят на сферические, мешковидные, веретенообразные и

полиморфные, из них на долю веретенообразных приходится порядка 80 %. По размерам АБА бывают небольшие (35–50 мм), средние (50–70 мм), большие (70–100 мм), гигантские (диаметром более 100 мм) [6, 8, 9]. Порядка 13 % пациентов с АБА имеют аневризмы других локализаций [17].

Отдельные классификации отнесены к расслоению аорты, которые более многообразны, нежели классификации без расслоения. Наиболее распространенной является классификация по локализации каналов, стороны разрыва интимы, направления и стадии расслоения. Расслоение стенки аорты представляет собой наличие двух каналов кровотока. При этом нередко без расширения диаметра артерии. Расслоение может быть полное и неполное. При полном расслоении имеется проксимальный и дистальный разрыв интимы, при неполном – чаще только проксимальный разрыв. По клинической стадии различают: острую стадию – продолжительность расслоения до 14 дней, подострая – до 3 месяцев и хроническая – более 3 месяцев.

Приблизительно в 50 % случаев АБА бессимптомны и при проведении лучевого исследования по поводу заболеваний брюшной полости, забрюшинного пространства могут являться случайной находкой. Клиническая картина АБА обусловлена сдавлением смежных структур, вовлечением висцеральных артерий. Симптомы неспецифичны, это может быть боль в животе, иногда с иррадиацией в позвоночник, не связанная с движением, длящаяся от нескольких часов до нескольких дней, тошнота, рвота, явления дисфункции кишечника, похудение, ощущение переполнения желудка, тяжесть в эпигастрии, отрыжка. При сдавлении мочеточника может возникнуть дизурия, при сдавлении нижней полых или подвздошных вен – отёк нижних конечностей. Пациенты могут жаловаться на наличие пульсирующего образования. При угрозе разрыва аневризмы интенсивность боли усиливается

ется и носит жгучий характер, может иррадиировать в пах, нижние конечности. Случаи разрыва аневризмы сопровождаются триадой: резко возникшая боль в пояснице и/или животе, пульсирующее образование и гипотензия. Однако, данная триада встречается в трети случаях, у остальных данные симптомы протекают либо стерто, либо маскируются под другую патологию: почечная колика при прорыве в забрюшинное пространство, желудочно-кишечное кровотечение – при прорыве в кишку, дивертикулит – при прорыве в брюшную полость, острая сердечная недостаточность на фоне аортокавальной фистулы, что может привести к ошибочной диагностике и потере времени.

Осложнения АБА нередко возникают внезапно и сопровождаются высокой летальностью [6, 18]. Уровень летальности при разрыве аневризмы составляет 60–65 % [18]. Смерть при АБА обусловлена в основном разрывом аневризмы. Большинство больных с разрывом АБА погибают, не успевая попасть на операционный стол, послеоперационная смертность составляет 50 %, общая достигает – 94 % [18–21]. Так в Великобритании ежегодно умирают 4 500 человек от разрыва аневризмы аорты, в США – 15 000, при этом среди ведущих причин смертности занимает 15 место [20, 21].

По данным Центров по контролю и профилактике заболеваний в 2013 году 0,07 % из 1 290 959 смертей среди женщин и 0,13 % из 1 306 034 смертей среди мужчин были связаны с разрывом АБА [21].

И если частота развития (формирования) АБА преобладает у мужчин, то риск разрыва, а также смертность при плановом и внеплановом оперативном лечении больше у женщин [20, 21].

Показанием для хирургического лечения АБА является увеличение диаметра аорты более 5,0–5,5 см. Признаками нестабильности аневризмы является кровоизлияние в стенку сосуда, «разрыв» периферической цепочки

кальцификатов по периферии сосуда. Последнее более показательно при динамическом сравнении, расслоение тромба, нечеткость контура стенки сосуда [8, 14]. При плановом хирургическом лечении АБА смертность достигает 25–30 %, а при экстренном, по данным различных авторов, в случаях расслоения аневризмы – от 55 до 65 %. Имеются данные, что пятилетняя выживаемость у пациентов с аневризмой брюшного отдела аорты составляет порядка 75 % случаев [20]. Предикторами разрыва АБА являются диаметр аневризмы и годовая скорость роста аневризмы [6].

Своевременная диагностика АБА обеспечивает больший процент успеха хирургического лечения, что в свою очередь влияет на уровень смертности от осложнений. Все это свидетельствует об актуальности проблемы.

Первичным лучевым методом диагностики АБА поликлинического звена является ультразвуковое исследование (УЗИ) с дуплексным сканированием сосудов – методика, позволяющая без каких-либо ограничений проводить скрининговую программу с широким охватом населения, а также динамическое наблюдение и контроль состояния после хирургического лечения. Точность ультразвукового сканирования при этом составляет по данным разных авторов 93–98 % [17, 22–24]. Некоторые зарубежные авторы чувствительность и специфичность метода демонстрируют в пределах 95 и 100 % соответственно [24–26]. Традиционная рентгенография имеет исторический характер для диагностики АА и чаще является находкой при проведении исследования по поводу другого заболевания.

Получаемые высококачественные нативные и трехмерные изображения аорты и ее ветвей при проведении мультисрезовой компьютерной томографии (МСКТ) позволяют провести точную анатомическую локализацию аневризмы, оценить состояние стенки сосуда и окружающих тканей, выявить осложне-

ния, что позволяет сегодня отодвинуть ангиографию (АГ) с позиции «золотого стандарта» диагностики аневризмы аорты. Рентгеновскую ангиографию проводят в случаях недоступности МСКТ в процессе рентгеноперационных манипуляций [24–26].

В ряде случаев у пациентов имеются противопоказания для проведения МСКТ, к ним относятся аллергическая реакция на йодсодержащие препараты, почечная недостаточность. Альтернативной методикой в этой ситуации может выступить магнитно-резонансная томография (МРТ). При МРТ движущаяся кровь является естественным контрастом, дающим различную интенсивность сигнала в зависимости от используемой импульсной последовательности. Нужно отметить, что имеют место быть случаи, когда МРТ назначают по поводу иной патологии, и аневризмы выявляются в виде случайной находки [26].

Недостатками МРТ являются невозможность проведения исследования при наличии в организме ферромагнитных инородных тел, больных с клаустрофобией, высокая чувствительность к артефактам, а также длительность и стоимость исследования. При этом последние компенсируются достоинствами метода – это отсутствие необходимости применения йодсодержащих контрастных препаратов и лучевой нагрузки, что в свою очередь позволяет более часто проводить контрольные исследования.

**Цель исследования:** оценить возможности МРТ, КТ ангиографии в диагностике аневризмы брюшного отдела аорты, ее осложнений.

**Материалы и методы исследования:**

В Клинической больнице № 122 им. Л.Г. Соколова, Федеральном научно-клиническом центре специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий Федерального Медико-биологического агентства

и Поликлиниках ОКДЦ ПАО «Газпром» проходят ежегодное обследование более 62 000 и 44 000 человек соответственно прикрепленного контингента в возрасте от 18 до 89 лет.

Под динамическим наблюдением по поводу АБА находится 12 человек. В ходе диспансеризации при выполнении УЗИ, МСКТ, МРТ пациентов АБА выявлена у 18 человек, что составляет 0,02 % обследованных человек за период 2017–2018 гг. Из них 14 пациентов входят в группу риска по сердечно-сосудистым заболеваниям и у 4 пациентов аневризма диагностирована в виде случайной находки, выявленной при проведении лучевого исследования, назначенного по поводу других заболеваний живота и брюшинного пространства, позвоночника. Возраст пациентов составил от 40 до 72 лет. МРТ выполнена 9 пациентам, МСКТ – 12 пациентам, УЗИ выполнено всем пациентам.

МСКТ проводили на томографе фирмы Toshiba Aquilion One, 640 срезов. Для детального определения анатомической локализации аневризмы, планирования зоны контрастного исследования первым этапом проводили бесконтрастное сканирование аорты и общих подвздошных сосудов. Вторым этапом было болюсное контрастное усиление на уровне выявленных изменений с получением изображений артериальной, венозной фаз, при необходимости – отсроченной фазы. Толщина среза нативных и постконтрастных изображений была 1 мм, постпроцессорная обработка данных позволяет проводить реконструкции изображений с толщиной среза до 0,125 мм. Использовали контрастные препараты Йопроуро, Ультравист, Визипак, Сканлюкс объемом 80–100 мл (370 mg I/ml), в зависимости от веса пациента, скорость введения препарата 4–4,5 мл/с. По данным исследования проведена оценка толщины стенки аорты и равномерность ее контрастирования, кальцификации стенки, распространение расслоения и ее синтопия, визуализирована фенестрация интимы при расслоении.

MPT проводили на томографе Siemens Verio 3,0T и Philips Ingenia 1,5T. Протокол исследования включал проведение традиционного протокола и контрастной ангиографии брюшной аорты со сканированием в артериальную и портальную фазы. При необходимости оценки абдоминального органокомплекса исследование дополняли последовательностью МР-диффузии. Протокол традиционной магнитно-резонансной томографии включал программы T1 и T2 взвешенных изображений в двух (трех) плоскостях. Программы проводили с задержкой дыхания или с использованием триггера дыхания. Для проведения контрастной ангиографии использовали внеклеточные препараты Магневист, Гадовист, Дотарем.

На основании полученных изображений проводилась оценка брюшного отдела аорты бесконтрастных изображений и последующий анализ изображений артериальной, портальной и отсроченной фаз сканирования, а также изображений их постпроцессорной обработки в режиме MPR (мультипланарная реконструкция), MIP (проекция максимальных интенсивностей). Полученные данные позволили определить уровень, протяженность, диаметр аневризмы, измерить толщину и КТ-плотность/МР-интенсивность сигнала стенки сосуда, окружающих структур. Оценивали отношение аневризмы к висцеральным ветвям аорты. При этом расстояние между устьями почечных артерий и верхним краем аневризмы является одним из критериев для выбора оперативной тактики. В артериальную фазу контрастного усиления оценивали равномерность контрастирования, выявление пристеночных дефектов наполнения, характер кровотока в области диссекции, интенсивность сигнала от стенки аорты.

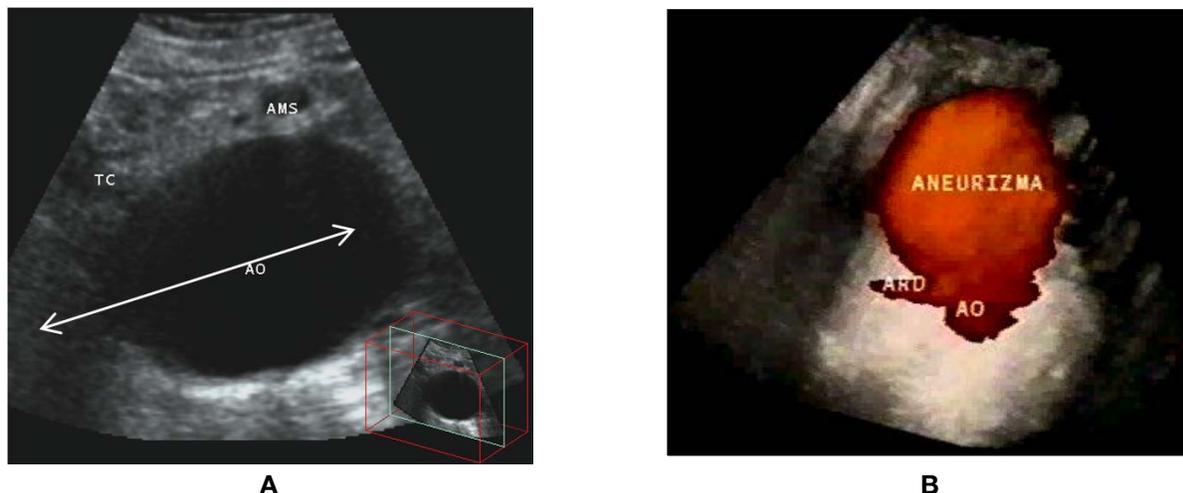
Так как для АБА характерен рост, то основным моментом динамического наблюд-

ния было определение разницы диаметра аневризмы с предыдущим исследованием. По данным различных источников считается, что скорость роста АБА диаметром до 4,0 см составляет 0,1–0,4 см в год, 0,4–0,5 см в год – для аневризм аорты 4,0–6,0 см в диаметре и 0,7–0,8 см в год – для аневризм большего диаметра. Размер аневризмы более 5,0 см и скорость роста более 0,7–0,8 см расценивается как «скачек роста», что увеличивает риск ее разрыва [24–26].

### Результаты исследования

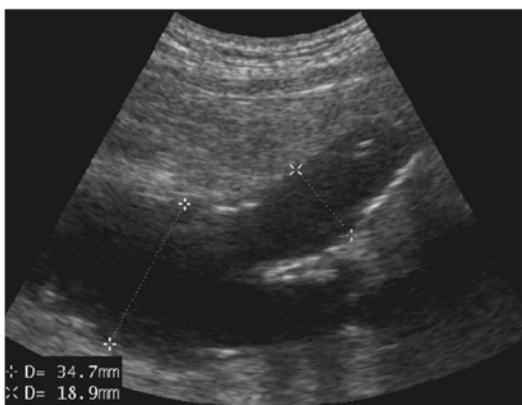
Среди обследуемых пациентов с АБА преобладали лица мужского пола (83 %) в возрасте от 62 до 78 лет, женщин – 17 % соответственно. Выявлены следующие типы аневризм: супраренального отдела у 2 (11 %) пациентов диаметром 4,0 см, инфраренального отдела – у 16 (89 %) пациентов диаметрами от 0,35 см до 5,0 см. Из них с признаками расслоения стенки аорты у одного пациента (5,5 %), у двух пациентов с распространением аневризмы на подвздошные артерии и у одного пациента с распространением аневризмы на почечную артерию.

При выполнении УЗИ органов брюшной полости и забрюшинного пространства сонографическая картина АБА визуализировалась в виде расширения аорты более 3,0 см. При проведении исследования достаточно информативно визуализируется состояние стенки сосуда, распространение аневризмы на ветви аорты (рис. 1), подвздошные артерии (рис. 2), наличие расслоения (рис. 3), наличие пристеночных тромботических масс (рис. 4). При цветовом доплеровском картировании оценивали характер кровотока, в т.ч. в случае расслоения аневризмы. Также оценивались окружающие структуры на наличие их деформации, сдавления.



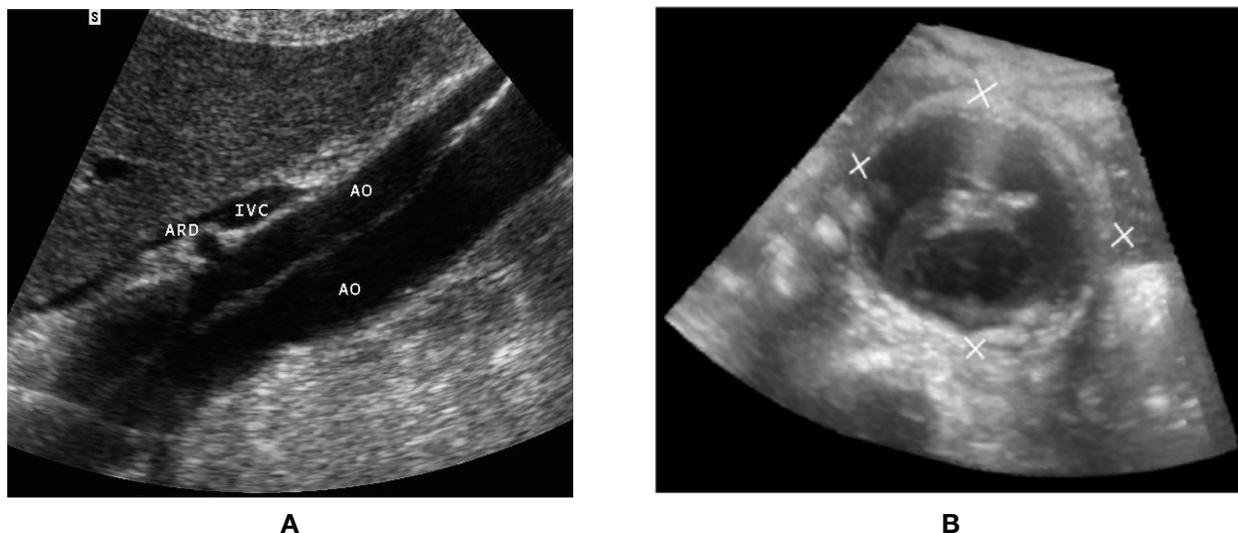
**Рисунок. 1.** Пациент Д., 62 года. Аневризма супра- и интерренального отдела аорты. Ультразвуковое исследование: **А.** Аксиальная эхограмма выполнена на уровне чревного ствола (ТС) и верхней брыжеечной артерии (AMS) – поперечное сечение аорты имеет вид полостной структуры овоидной формы, максимальный диаметр достигает 39 мм (стрелка), тромботических масс в просвете аорты не обнаружено. **В.** Объемная реконструкция ультразвукового изображения – аневризматическое расширение аорты в своем дистальном отделе распространяется на проксимальные отделы правой почечной артерии (АРД), дистальнее отхождения почечных артерий аорта (АО) не изменена

**Figure. 1.** Patient D., 62 years old. Aneurysm of the supra- and interrenal aorta. Ultrasound examination: **A.** An axial echogram was made at the level of the celiac trunk (ТС) and superior mesenteric artery (ББА) – the cross section of the aorta has the form of an ovoid cavity structure, the maximum diameter reaches 39 mm (arrow), no thrombotic masses were found in the aortic lumen. **B.** Volumetric reconstruction of the ultrasound image – aneurysmal expansion of the aorta in its distal part extends to the proximal parts of the right renal artery (ППА), distal to the origin of the renal arteries, the aorta (АО) is not changed



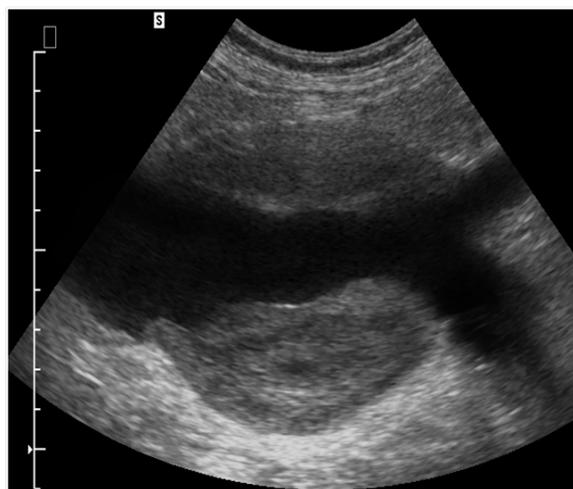
**Рисунок. 2.** Пациент К., 64 года. Аневризма инфраренального отдела аорты с вовлечением в процесс правой подвздошной артерии. Ультразвуковое исследование: на продольной эхограмме визуализируется инфраренальный отдел брюшной аорты, ее предбифуркационная часть расширена – 34,7 мм. Отмечается дистальное распространение расширения на правую подвздошную артерию на протяжении 52 мм. В просвете сосудов тромботических масс не выявлено

**Figure. 2.** Patient K., 64 years old. Aneurysm of the infrarenal aorta with involvement of the right iliac artery. Ultrasound examination: on the longitudinal echogram, the infrarenal abdominal aorta is visualized, its pre-bifurcation part is expanded – 34.7 mm. There is a distal extension of the extension to the right iliac artery for 52 mm. No thrombotic masses were found in the lumen of the vessels.



**Рисунок. 3.** Пациент В., 57 лет. Тотальная расслаивающая аневризма брюшной аорты. Ультразвуковое исследование: **А.** Продольная эхограмма брюшной аорты выполнена на уровне правой почечной артерии (АРД); в просвете аорты (АО) визуализируется отслоенная интима в виде лентовидной структуры. **В.** На аксиальной эхограмме стенка аневризматического мешка аорты имеет слоистую структуру, в просвете сосуда имеются эхопозитивные линейные включения

**Figure. 3.** Patient V., 57 years old. Total dissection aneurysm of the abdominal aorta. Ultrasound examination: **A.** A longitudinal echogram of the abdominal aorta was performed at the level of the right renal artery (ПРА); in the lumen of the aorta (АО), a detached intima is visualized in the form of a ribbon-like structure. **B.** On the axial echogram, the wall of the aortic aneurysmal sac has a layered structure, there are echo-positive linear inclusions in the lumen of the vessel



**Рисунок. 4.** Пациент В., 71 год. Аневризма инфраренального отдела аорты с вовлечением в процесс левой подвздошной артерии. Ультразвуковое исследование: на продольной эхограмме отмечается расширение инфраренального отдела брюшной аорты – 79 мм, с наличием пристеночных тромботических масс

**Figure. 4.** Patient V., 71 years old. Aneurysm of the infrarenal aorta with involvement of the left iliac artery. Ultrasound examination: on the longitudinal echogram, there is an expansion of the infrarenal abdominal aorta - 79 mm, with the presence of parietal thrombotic masses

Более четкую детальную информацию АБА на нативных изображениях, при проведении реконструкции, а также состояние окружающих органов и структур получили по данным МР, РКТ-изображений.

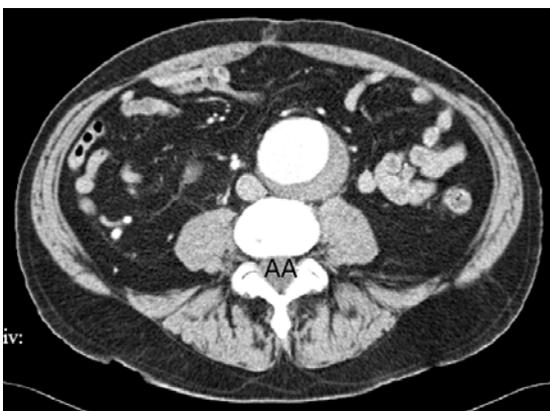
На РКТ-, МР-изображениях аорта имела вид трубчатой структуры, постепенно суживающейся в дистальном направлении. В аксиальной плоскости аорта визуализируется в виде круга диаметром в супраренальном отделе аорты от 2,1 до 3,0 см, ниже почечных артерий составляла от 1,8 до 2,5 см. По мере приближения к бифуркации диаметр ее меньше, чем вышележащие сегменты.

Полученные данные позволили получить детальные характеристики АБА: границы, локализация, размер, отношение к почечным артериям и другим ветвям брюшной аорты, четко дифференцировать место разрыва интимы в случаях ее расслоения, что наиболее

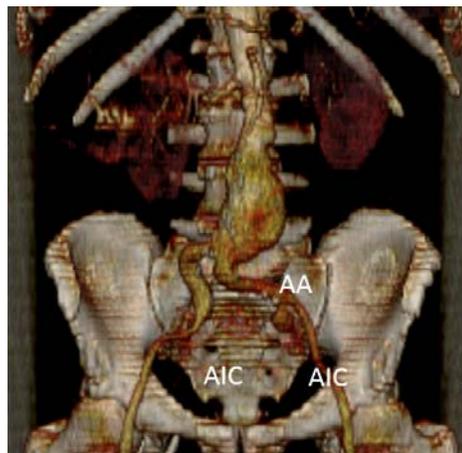
важно при планировании оперативного вмешательства, наличие пристеночных тромботических масс (рис. 5).

Патогномоничный симптом «двух каналов» позволил четко дифференцировать диссекцию аорты за счет отслоения интимы стенки сосуда, наличия прерывания контура интимы сосуда (разрыв). Истинный просвет был уже ложного просвета. Денситометрические показатели истинного просвета были выше по сравнению с плотностью ложного просвета.

При подготовке к открытым операциям, особенно к эндоваскулярному протезированию, для ангиохирургов «полезны» трехмерные реконструкции изображений патологических изменений артериального русла. По данным МСКТ в структуре стенки сосуда визуализируются кальцинаты (рис. 6–8).



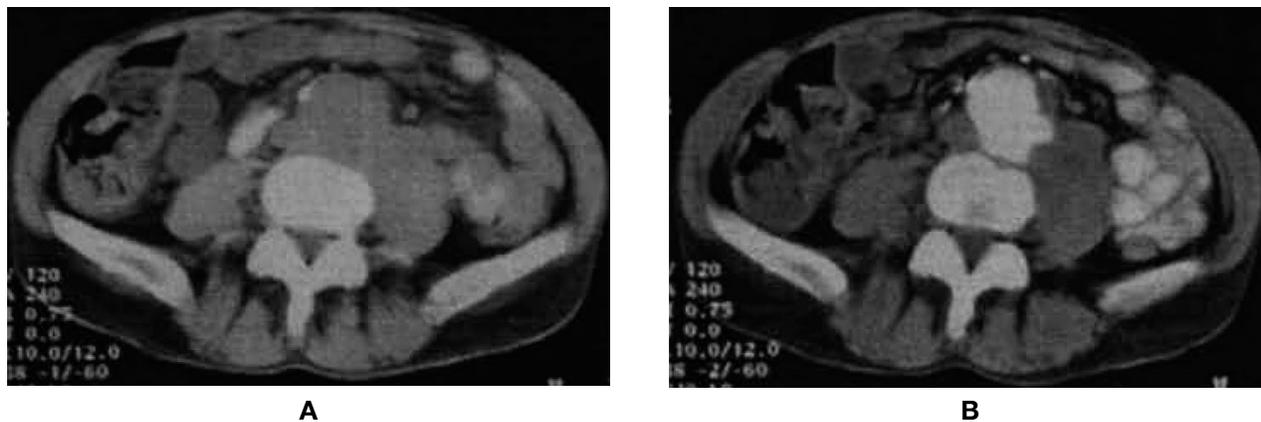
A



B

**Рисунок 5.** Пациент У., 60 лет. Инфраренальная аневризма брюшной аорты и подвздошных артерий. Компьютерная томография. Визуализируется аневризматическое расширение инфраренального отдела брюшной аорты и подвздошных артерий: **A** – на аксиальном изображении (артериальная фаза контрастирования) расширение аорты (AA) с наличием пристеночных тромботических масс; **B** – реконструированное объемное КТ-изображение

**Figure 5.** Patient W., 60 years old. Infrarenal aneurysm of the abdominal aorta and iliac arteries. CT scan. Aneurysmal expansion of the infrarenal abdominal aorta and iliac arteries is visualized: **A** – on the axial image (arterial contrast phase) aortic expansion (AA) with the presence of parietal thrombotic masses; **B** – reconstructed volumetric CT image



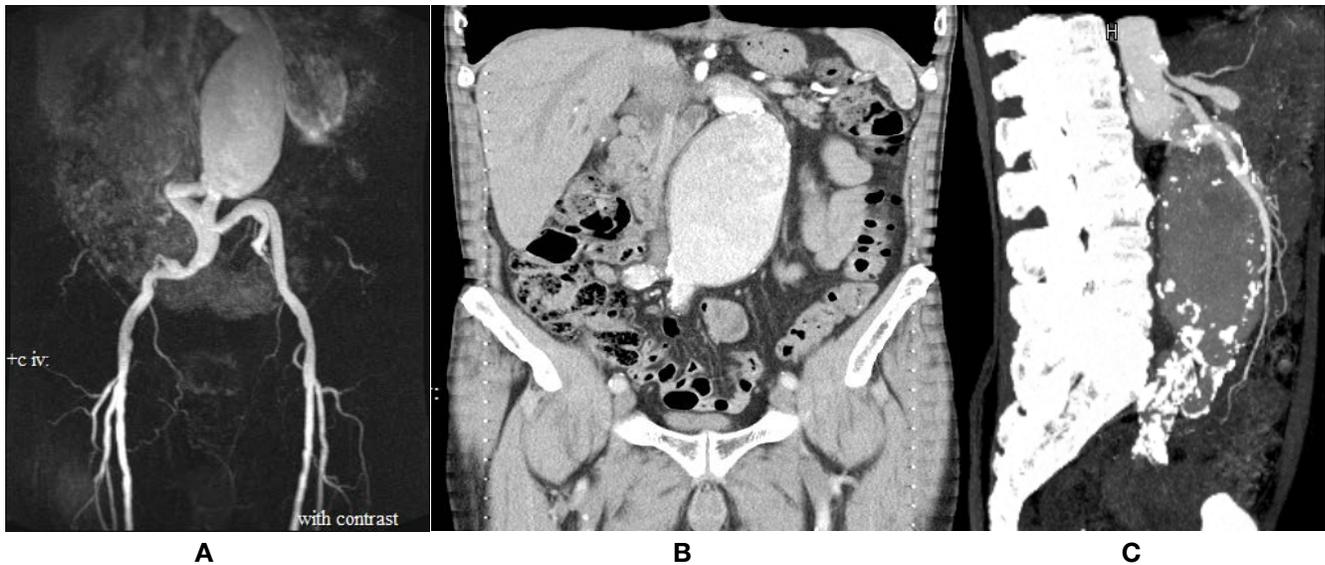
**Рисунок 6.** Пациент Ю., 64 лет. Инфраренальная аневризма брюшной аорты с вовлечением в процесс левой подвздошной артерии. Компьютерная томография. На аксиальных томограммах визуализируется расширение инфраренального отдела брюшной аорты до 53 мм и левой подвздошной артерии до 37 мм: **А** – нативное изображение; **В** – контрастное исследование – выраженные тромботические массы в просвете левой подвздошной артерии, узурация тела третьего поясничного позвонка вследствие компрессионного воздействия аневризмы

**Figure 6.** Patient Yu., 64 years old. Infrarenal aneurysm of the abdominal aorta with involvement of the left iliac artery. CT scan. On axial tomograms, the expansion of the infrarenal abdominal aorta up to 53 mm and the left iliac artery up to 37 mm is visualized: **A** – native image; **B** – contrast study – pronounced thrombotic masses in the lumen of the left iliac artery, usuration of the body of the third lumbar vertebra due to the compression effect of the aneurysm



**Рисунок 7.** Пациент А., 71 год. Инфраренальная аневризма брюшной аорты с вовлечением в процесс подвздошных артерий. Реконструированное объемное КТ-изображение в правой косо́й проекции. Визуализируется диффузное расширение инфраренального отдела брюшной аорты (AA) до 43 мм и обеих общих подвздошных артерий (AIC) до 26 мм

**Figure 7.** Patient A., 71 years old. Infrarenal aneurysm of the abdominal aorta with involvement of the iliac arteries. Reconstructed volumetric CT image in the right oblique view. Diffuse expansion of the infrarenal abdominal aorta (AA) up to 43 mm and both common iliac arteries (ОПА) up to 26 mm is visualized



**Рисунок 8.** Пациент З., 68 лет. Гигантская инфраренальная аневризма брюшной аорты. **А.** МРТ, MIP реконструкция. Аневризматическое поражение брюшной аорты, извитость подвздошных артерий. **В.** Реконструкция КТ-изображения во фронтальной проекции демонстрирует взаимоотношение аневризмы брюшной аорты и окружающих органов. **С.** Реконструкция КТ-изображения в боковой проекции – выраженное обызвествление стенки аневризматического мешка, стеноз основания чревного ствола (стрелка)

**Figure 8.** Patient Z., 68 years old. Giant infrarenal aneurysm of the abdominal aorta. **A.** MRI, MIP reconstruction. Aneurysmal lesion of the abdominal aorta, tortuosity of the iliac arteries. **B.** Coronal CT reconstruction showing the relationship between an abdominal aortic aneurysm and surrounding organs. **C.** Reconstruction of the CT image in the lateral projection – pronounced calcification of the wall of the aneurysmal sac, stenosis of the base of the celiac trunk (arrow)

Необходимо отметить, что недостатком МРТ остается неспособность отражать обызвествления стенки сосуда. Что касается возможности оценки структуры сосудистой стенки, то этот вопрос дискутируется и требует системной оценки. По остальным характеристикам АБА результаты магнитно-резонансной томографии были сравнимы с результатами компьютерной томографии.

В группе пациентов, находящихся под динамическим наблюдением, анализ сравнения размеров аневризмы показал увеличение ее диаметра у двух пациентов от менее 6,0 см на 0,6–0,7 см и от менее 7,0 см на 0,7 см, ещё у одного пациента с диаметра аневризмы менее 4,0 см на 0,7 см. Такой прирост увеличивает вероятность ее разрыва и, согласно рекомендациям, требует раннего проведения оперативного лечения. С целью предупреждения дальнейших осложнений данные пациенты

были направлены на оперативное лечение, остальные вновь выявленные случаи АБА взяты под динамическое наблюдение.

### Заключение

Таким образом, магнитно-резонансная томография позволяет неинвазивно и с высокой точностью провести диагностику АБА и ее осложнений. Высокая контрастность изображений позволяет оценить состояние стенки аорты на нативных изображениях, которая дополняется данными контрастных изображений. МРТ может выступать в роли альтернативной методики СКТ-диагностики и динамического наблюдения АБА без свойственных для КТ недостатков. При этом, методом выбора диагностики и планирования хирургического вмешательства АБА остается мультисрезовая компьютерная томография. Ультразвуковая диагностика (УЗИ) – доступный, безопасный и

недорогой метод для проведения скрининга группы риска (населения). Диагностическим критерием принятия решения для определения тактики оперативного лечения является

увеличение размеров абдоминального отдела аорты до 5,0 см и скорость роста более 0,7–0,8 см, расценивающаяся как «скачек роста», что увеличивает риск ее разрыва.

### Литература/References

- 1 Алексеева Т.А., Коваль А.В. Применение стентирования аневризмы брюшной аорты: первый опыт. *Научный медицинский вестник Югры*. 2019;19(2):122-124. [Alekseeva T.A., Koval A.V. Application of stenting of abdominal aortic aneurysm: first experience. *Scientific Medical Bulletin of Ugra*. 2019;19(2):122-124. (In Russ)].
- 2 Муслимов Р.Ш., Тутова Д.З. Возможности компьютерной томографии в выявлении признаков нестабильности аневризм брюшной аорты и предикторов их разрыва (обзор литературы). *Диагностическая и интервенционная радиология*. 2019;13(3)68–78. [Muslimov R.Sh., Tutova D.Z. Possibilities of computed tomography in identifying signs of instability of abdominal aortic aneurysms and predictors of their rupture (literature review). *Diagnostic and interventional radiology*. 2019;13(3)68–78. (In Russ)].
- 3 Trenner M., Salvermoser M., Busch A. et al. The Effects of Minimum Caseload Requirements on Management and Outcome in Abdominal Aortic Aneurysm Repair. *Dtsch. Arztebl. Int.* 2020;117(48):820-827.
- 4 Schmitz-Rixen Th., Böckler D., Vogl Th. et al. Endovascular and Open Repair of Abdominal Aortic Aneurysm. *Dtsch. Arztebl. Int.* 2020;117(48):813-819.
- 5 Дмитращенко А.А., Ахиев М.И., Кляншин А.А., Морозова Н.П. и др. Динамическая компьютерная томография в определении тактики лечения эндоликов после эндоваскулярной коррекции аневризмы брюшной аорты. *Госпитальная медицина: наука и практика*. 2021;4(2):44-51. [Dmitrashchenko A.A., Akhiev M.I., Klyanshin A.A., Morozova N.P. Dynamic computed tomography in determining the tactics of treatment of endoleaks after endovascular correction of abdominal aortic aneurysm. *Hospital medicine: science and practice*. 2021;4(2):44-51. (In Russ)].
- 6 Kulig P., Lewandowski K., Rudel B. et al. Clinical evaluation of endovascular repair of abdominal aortic aneurysm based on long-term experiences. *Wideochir. Inne. Tech. Maloinwazyjne*. 2021;16(1):191-198.
- 7 Покровский А.В. Заболевания аорты и ее ветвей. М.: Медицина. 1979. 324 с. [Pokrovsky A.V. Diseases of the aorta and its branches. M.: Medicine. 1979. 324 p. (In Russ)].
- 8 Nishimura K., Hamasaki T., Ota R. et al. Ruptured Abdominal Aortic Aneurysm with a Duplicated Inferior Vena Cava. *Ann. Vasc. Dis.* 2019;12(3):401-403.
- 9 Гетажеев К.В., Тебиев И.А. Аневризма брюшной аорты: распространенность, диагностика и принципы лечения. *Молодой ученый*. 2020;7(297):288-290. [Getazheev K.V., Tebiev I.A. Abdominal aortic aneurysm: prevalence, diagnosis and treatment principles. *Young scientist*. 2020;7(297):288-290. (In Russ)].
- 10 Piffaretti G., Giovanni M., Riva F. et al. Abdominal aortic aneurysm repair: long-term follow-up of endovascular versus open repair. *Arch. Med. Sci.* 2014;10(2):273-282.
- 11 Raffort J., Lareyre F., Clement M. et al. Diabetes and aortic aneurysm: current state of the art. *Cardiovasc. Res.* 2018;114(13):1702-1713.
- 12 Lech C., Swaminathan A. Abdominal Aortic Emergencies. *Emerg. Med. Clin. North Am.* 2017;35:847-867.
- 13 Вишнякова М.В., Ларьков Р.Н., Осиев А.Г. Мультиспиральная компьютерная томография в выявлении признаков нестабильности стенки аневризмы аорты. *Альманах клинической медицины*. 2015;38:27-33. [Vishnyakova M.V. Larkov R.N., Osiev A.G. Multislice computed tomography in identifying signs of instability of the aortic aneurysm wall. *Almanac of Clinical Medicine*. 2015;38:27-33. (In Russ)].
- 14 Cheng S.W.K. Aortic disease and its treatment in Hong Kong. *Vascular Surgery*. Hong Kong: Springer International Publishing. 2017:49-53.
- 15 Bitargil M., Bektas N., Omeroglu S., Koramaz I. Surgical Repair of a 13-cm Infrarenal Abdominal Aortic Aneurysm with Aortocaval Fistula in a 63-Year-Old Tuba Player. *Tex Heart Inst J.* 2019;46(1):36-40.
- 16 Троян В.Н., Рязанова А.Н., Алексахина Т.Ю., Лубашев Я.А., Морозова Н.П., Крюков Е.В., Скульский С.К. Аневризма общей печеночной артерии. *Медицинская визуализация*. 2018;22(6):76-81. [Trojan V.N.,

- Ryazanova A.N., Aleksakhina T.Yu., Lubashev Ya.A., Morozova N.P., Kryukov E.V., Skulsky S.K. Aneurysm of the common hepatic artery. *Medical imaging*. 2018;22(6):76-81. (In Russ)].
- 17 Зубко А.В. Смертность от аневризмы брюшной аорты. *ИННОВАЦИИ В НАУКЕ*. 2017;11(72):18-21. [Zubko A.V. Mortality due to abdominal aortic aneurysm. *Innovations in science*. 2017;11(72):18-21. (In Russ)].
- 18 Kühnl A., Erk A., Trenner M. et al. Incidence, Treatment and Mortality in Patients with Abdominal Aortic Aneurysms An Analysis of Hospital Discharge Data from 2005–2014. *Dtsch. Arztebl. Int.* 2017;114(22–23):391-398.
- 19 Nagai S., Kudo T., Inoue Y. Preoperative Predictors of Long-Term Mortality after Elective Endovascular Aneurysm Repair for Abdominal Aortic Aneurysm. *Ann. Vasc. Dis.* 2016;9(1):42-47.
- 20 Sidloff D., Saratzis A., Sweeting M. et al. Sex differences in mortality after abdominal aortic aneurysm repair in the UK. *Br. J. Surg.* 2017;104(12):1656-1664.
- 21 Yee A., Etebari C., Adhikari S. Point of Care Ultrasound Diagnosis of a Massive Thoracoabdominal Aortic Aneurysm. *Cureus*. 2017;9(8):e1611.
- 22 Santos S.N., Alcantara M.L., Freire C.M. et al. Vascular Ultrasound Statement from the Department of Cardiovascular Imaging of the Brazilian Society of Cardiology – 2019. *Arq. Bras. Cardiol.* 2019;112(6):809-849.
- 23 Rafailidis V., Fang Ch., Yusuf G. et al. Contrast-enhanced ultrasound (CEUS) of the abdominal vasculature. *Abdom. Radiol.* 2018;43(4)934-947.
- 24 Harky A., Santoro G. et al. Is contrast-enhanced ultrasound (CEUS) superior to computed tomography angiography (CTA) in detection of endoleaks in post-EVAR patients? A systematic review and meta-analysis. *J. Ultrasound*. 2019;22(1):65-75.
- 25 Benson R., Meecham L., Fisher O. et al. Ultrasound screening for abdominal aortic aneurysm: current practice, challenges and controversies. *Br. J. Radiol.* 2018;91(1090):1-7.
- 26 Дмитращенко А.А., Кляншин А.А., Морозова Н.П. Диагностика осложнений аневризмы брюшной аорты при первичном лучевом обследовании. *Лучевая диагностика*. 2021;S(12). [Dmitrashchenko A.A., Klyanshin A.A., Morozova N.P. Diagnosis of complications of abdominal aortic aneurysm during primary radiological examination. *Radiation diagnostics*. 2021;S(12). (In Russ)].
- 27 Лубашев Я.А., Морозова Н.П. Диагностическая эффективность МСКТ и МРТ в комплексном лучевом обследовании пациентов на различных этапах диагностики, лечения и динамического наблюдения аневризмы брюшного отдела аорты. *Лучевая диагностика и терапия*. 2021;S(12). [Lubashev Ya.A., Morozova N.P. Diagnostic efficiency of MSCT and MRI in complex radiological examination of patients at various stages of diagnosis, treatment and dynamic observation of abdominal aortic aneurysm. *Radiation diagnostics and therapy*. 2021;S(12). (In Russ)].
- 28 Лубашев Я.А., Дмитращенко А.А., Морозова Н.П., Лежнев Д.А., Троян В.Н. Патент на промышленный образец RU №124869 S. Заявка 2020505826. Дата публикации 20.04.2021 Бюл. № 5. Схема «Алгоритм применения лучевых компьютерных технологий (ультразвуковая диагностики, МСКТ, МРТ и ЦСА) для диагностики аневризмы брюшной аорты и её осложнений у пациентов группы риска». [Lubashev Ya.A., Dmitrashchenko A.A., Morozova N.P., Lezhnev D.A., Troyan V.N. Patent for industrial design RU No. 124869 S. Application 2020505826. Publication date 04/20/2021 Bull. No. 5. Scheme "Algorithm for the use of radiation computer technologies (ultrasound diagnostics, MSCT, MRI and CSA) for the diagnosis of abdominal aortic aneurysm and its complications in patients at risk." (In Russ)].

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Competing interests.** The authors declare no competing interests.

**Финансирование.** Исследование проводилось без спонсорской поддержки.

**Funding.** This research received no external funding.

**Соответствие нормам этики.** Авторы подтверждают, что соблюдены права людей, принимавших участие в исследовании, включая получение информированного согласия в тех случаях, когда оно необходимо, и правила обращения с животными в случаях их использования в работе.

**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, and the rules of treatment of animals when they are used in the study.

**Авторская справка****Саидов Саидмурод  
Саидович**

доктор медицинских наук, профессор, проректор по учебной и клинической работе, заведующий кафедрой хирургических болезней, Московский медицинский университет «Реавиз», Москва, Россия  
E-mail: ssaidov@yandex.ru  
ORCID 0000-0001-8986-9658  
Вклад в статью 20 % – разработка концепции исследования, анализ данных литературы

**Скульский Сергей  
Константинович**

кандидат медицинских наук, заведующий кабинетом магнитно-резонансной компьютерной томографии отдела лучевой диагностики, Отраслевой клинико-диагностический центр ПАО «Газпром», Москва, Россия  
E-mail: skulsky@mail.ru  
ORCID 0000-0002-3252-2810  
Вклад в статью 20 % – оценка данных лучевых методов исследования, анализ полученных результатов

**Морозова Наталья  
Петровна**

врач рентгенолог, 3 Центральный военный клинический госпиталь им. А.А. Вишневского, Москва Россия  
E-mail: morozova@3hospital.ru  
ORCID 0000-0002-9816-8623  
Вклад в статью 20 % – оценка данных лучевых методов исследования, анализ полученных результатов

**Лубашев Яков  
Александрович**

доктор медицинских наук, заслуженный врач РФ, начальник отдела лучевой диагностики, Отраслевой клинико-диагностический центр ПАО «Газпром», Москва, Россия;  
профессор кафедры «Клиническая медицина», Московский медицинский университет «Реавиз», Москва, Россия;  
профессор кафедры рентгенология и УЗИ, Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий ФМБА России, Москва  
E-mail: lubayaka@medgaz.gazprom.ru  
Вклад в статью 20 % – анализ полученных результатов, подготовка выводов

**Ратников Вячеслав  
Альбертович**

доктор медицинских наук, профессор, заместитель генерального директора-медицинский директор, Северо-западный окружной научно-клинический центр им. Л.Г. Соколова, Санкт-Петербург, Россия  
E-mail: dr.ratnikov@mail.ru  
ORCID 0000-0002-9645-8408  
Вклад в статью 20 % – подготовка заключения, анализ собранных данных