

ISSN 1607-0763 (Print); ISSN 2408-9516 (Online)
<https://doi.org/10.24835/1607-0763-1253>

Возможности КТ-ангиографии нижней брыжеечной артерии при планировании резекций левой половины толстой кишки у пациентов с колоректальным раком

© Араблинский А.В.¹, Сеурко К.И.^{1*}, Пашковская А.А.²,
Войновский А.Е.^{1,2}, Степанченко А.П.², Косенков А.Н.¹

¹ ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет); 119991 Москва, ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2, Российская Федерация

² ГБУЗ города Москвы "Городская клиническая больница имени С.С. Юдина ДЗ города Москвы"; 115446 Москва, Коломенский проезд, д. 7, Российская Федерация

Во время лапароскопической операции по поводу колоректального рака сосудистые структуры могут быть неправильно идентифицированы и повреждены из-за незнания вариантной анатомии нижней брыжеечной артерии (НБА), отсутствия тактильных ощущений, суженного поля зрения, что приводит к таким осложнениям, как массивное кровотечение и ишемия кишечника. Следовательно, предоперационное изучение вариантной анатомии НБА имеет первостепенное значение. Зная вариантную анатомию сосудов перед операцией, можно заранее составить план операции, что обеспечит быструю и безопасную перевязку сосудов на требуемом уровне и лимфодиссекцию.

Цель исследования: разработать классификацию вариативности НБА для практического применения при операциях по поводу колоректального рака. Оптимизировать стандартный протокол сканирования брюшной полости для повышения точности МСКТ и наилучшей визуализации НБА и ее ветвей.

Материал и методы. С февраля 2013 г. по март 2022 г. проанализировано 214 компьютерных томограмм органов брюшной полости с внутривенным контрастированием. Изучили вариантную анатомию НБА.

Оптимизировали протокол сканирования органов брюшной полости с использованием напряжения трубки 100 кВ, сравнили плотность контрастирования НБА и ее ветвей при использовании стандартного и оптимизированного протоколов сканирования при ретроспективном анализе 105 КТ-исследований органов брюшной полости.

Результат. Нами была предложена классификация строения НБА и ее ветвей. Данная классификация очень важна при выполнении лимфодиссекции вдоль основного ствола НБА. Тип I – несколько толстокишечных ветвей отходили от НБА отдельными стволами (54%); тип II – все толстокишечные ветви отходят от НБА из одной точки в виде "гусиной лапки" (25%); тип III – от НБА отходит единственный ствол, который на своем протяжении делится на толстокишечные ветви (21%).

Точность МСКТ органов брюшной полости с внутривенным контрастированием, которая определялась путем сравнения результатов исследований с интраоперационными данными, составила 97,9%, чувствительность метода – 95,8%, специфичность – 100%.

Использование протокола сканирования с напряжением трубки 100 кВ позволяет упростить и ускорить определение анатомического типа строения, улучшить визуализацию НБА и ее ветвей.

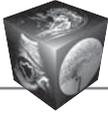
Заключение. КТ с 3D-реконструкцией сосудов позволяет хирургу выполнить расширенную лимфодиссекцию при колоректальном раке с минимальным риском осложнений.

Ключевые слова: КТ-ангиография, нижняя брыжеечная артерия, анатомия, лапароскопия

Авторы подтверждают отсутствие конфликтов интересов.

Для цитирования: Араблинский А.В., Сеурко К.И., Пашковская А.А., Войновский А.Е., Степанченко А.П., Косенков А.Н. Возможности КТ-ангиографии нижней брыжеечной артерии при планировании резекций левой половины толстой кишки у пациентов с колоректальным раком. *Медицинская визуализация*. 2023; 27 (2): 71–84. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-1253>

Поступила в редакцию: 19.08.2022. **Принята к печати:** 20.02.2023. **Опубликована online:** 6.04.2023.



Possibilities of CT angiography of the inferior mesenteric artery in planning resections of the left half of the colon in patients with colorectal cancer

© **Andrey V. Arablinskii¹, Kirill I. Seurko^{1*}, Anna A. Pashkovskaia², Aleksandr E. Voynovskiy^{1,2}, Andrei P. Stepanchenko², Aleksandr N. Kosenkov¹**

¹ I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University); 8, bld. 2, Trubetskaya str., Moscow 119991, Russian Federation

² S.S. Yudin City Clinical Hospital; 7, Kolomensky pr., Moscow 115446, Russian Federation

During laparoscopic surgery for colorectal cancer, vascular structures may be incorrectly identified and damaged due to ignorance of the variant anatomy of the inferior mesenteric artery (IMA), lack of tactile sensations, narrowed field of vision, which leads to complications such as massive bleeding and intestinal ischemia. Therefore, the preoperative study of the variant anatomy of the IMA is of paramount importance. Knowing the variant anatomy of the vessels before surgery, you can make an operation plan in advance, which will ensure fast and safe vascular ligation at the required level and lymph dissection.

Aim: To develop a classification of IMA variability for practical use in operations for colorectal cancer. Optimize the standard abdominal scanning protocol to improve the accuracy of MSCT and the best visualization of the IMA and its branches.

Material and methods. From February 2013 to March 2022, 214 computed tomograms (CT) of abdominal organs with intravenous contrast were analyzed. We studied the variant anatomy of the IMA.

The abdominal cavity scanning protocol was optimized using a 100 kV tube voltage, the contrast density of the NBA and its branches was compared using standard and optimized scanning protocols during a retrospective analysis of 105 CT studies of abdominal organs.

Results. We proposed the classification of structure of the IMA and its branches. This is especially important when the safe lymph node dissection along the IMA is necessary. I type – several colonic branches derive from the IMA by independent trunks (54%); II type – all colon branches derive from the IMA in one point like a “goose paw” (25%); III type – one colon branch departs from the IMA by a single trunk; then it divides into colonic branches (21%).

The accuracy of MSCT of the abdominal organs with intravenous contrast, which was determined by comparing the results of studies with intraoperative data, was 97.9%. The sensitivity of the method is 95.8%, the specificity of the method is 100%.

The use of a scanning protocol with a tube voltage of 100 kV makes it possible to simplify and speed up the determination of the anatomical type of structure, improve the visualization of the IMA and its branches.

Conclusion. CT with 3D-reconstruction of vessels allows the surgeon to perform an extended LND for colorectal cancer with a minimal risk of complications.

Keywords: CT angiography, inferior mesenteric artery, anatomy, laparoscopy

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest. The study had no sponsorship.

For citation: Arablinskii A.V., Seurko K.I., Pashkovskaia A.A., Voynovskiy A.E., Stepanchenko A.P., Kosenkov A.N. Possibilities of CT angiography of the inferior mesenteric artery in planning resections of the left half of the colon in patients with colorectal cancer. *Medical Visualization*. 2023; 27 (2): 71–84. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-1253>

Received: 19.08.2022.

Accepted for publication: 20.02.2023.

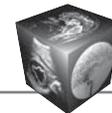
Published online: 6.04.2023.

Введение

Основным методом лечения колоректального рака является радикально выполненное хирургическое вмешательство. На сегодняшний день в лечении колоректального рака все чаще применяется миниинвазивная хирургия с лапароскопическим доступом. Лапароскопические операции на толстой кишке при колоректальном раке являются онкологически безопасными, обеспечивают

долгосрочную безрецидивную выживаемость и общую выживаемость [1–3].

В хирургической практике описаны 2 метода пересечения нижней брыжеечной артерии (НБА) при колоректальном раке: высокое лигирование, когда пересекают НБА сразу же в области основания, и низкое лигирование, когда НБА пересекают дистальнее левой ободочной артерии [4, 5]. Высокое лигирование упрощает удаление пара-



аортальных лимфатических узлов и делает левую половину ободочной кишки более подвижной. Низкое лигирование позволяет сохранить хорошее кровоснабжения кишки и избежать ишемии в проксимальной части ободочной кишки и в месте анастомоза [6, 7]. В метаанализе [8] сообщается, что низкая перевязка НБА по сравнению с высокой перевязкой не влияет на общую выживаемость, общую смертность, скорость рецидива онкологического процесса, но в то же время при низкой перевязке снижается частота несостоятельности анастомоза, которая может быть фатальным осложнением после операции по поводу рака левой половины толстой кишки. Поэтому лучше выполнять низкую перевязку НБА со скелетизацией для сохранения адекватного кровоснабжения остающейся части толстой кишки [9, 10].

Для выполнения низкой перевязки НБА и D3-лимфодиссекции (удаление параколических, промежуточных и апикальных лимфатических узлов) необходимо выполнить лимфодиссекцию вокруг основного ствола НБА до верхней прямокишечной артерии с прецизионным пересечением сосудов брыжейки тонкой и толстой кишки на требуемом с хирургической позиции уровне [10–15]. Сообщается, что этот метод при лапароскопической хирургии занимает много времени из-за технических трудностей, разной вариантной анатомии НБА и отсутствия тактильных ощущений [16], поэтому повышается риск повреждения сосудистых структур, кровоснабжающих левую половину толстой кишки, что может привести к таким осложнениям, как массивное кровотечение и ишемия кишечника.

Можно сказать, что основной этап операции по поводу колоректального рака – это сосудистый этап. Следовательно, предоперационное изучение вариантной анатомии НБА имеет первостепенное значение. Зная вариантную анатомию сосудов перед операцией, можно заранее составить план операции, что обеспечит быструю и безопасную перевязку сосудов на требуемом уровне и лимфодиссекцию [17–21].

Основным неинвазивным методом, используемым для изучения вариантной анатомии НБА, является КТ-ангиография [22, 23].

Современные классификации вариантной анатомии НБА очень громоздки, к тому же они сложны в применении. В наиболее распространенной классификации W. Zebrowski [24] описано 8 типов ветвления НБА, однако они не имеют практической ценности для хирурга. В связи с этим оптимизация классификации вариabельности сосудистой анатомии ствола НБА в сторону практической потребности врача-хирурга является важным элементом развития представленного раздела хирургии.

В России проводилось исследование по изучению вариантной анатомии чревного ствола и верхней брыжеечной артерии [26–32], но не было исследований по изучению вариabельной анатомии НБА, а за рубежом подобные исследования [24, 25] не привели к значимым результатам, которые бы могли быть применимы в практике хирургов.

Кроме того, в отечественной и зарубежной литературе нам не удалось найти результатов исследований по определению точности КТ-ангиографии путем сравнения результатов КТ и интраоперационных данных.

Цель исследования

Повышение эффективности КТ-ангиографии НБА при планировании резекций левой половины толстой кишки у пациентов с колоректальным раком.

1. Изучить вариabельность сосудистого русла НБА, основываясь на МСКТ с контрастированием и интраоперационных данных.

2. Разработать классификацию вариантов развития сосудистой анатомии НБА для практического применения врачом-хирургом.

3. Оценить точность МСКТ органов брюшной полости с внутривенным контрастированием путем сравнения результатов исследований с интраоперационными данными.

4. Оптимизировать стандартный протокол МСКТ брюшной полости для улучшения визуализации дистальных ветвей НБА.

Материал и методы

Проведен анализ пациентов со злокачественными опухолями левой половины ободочной кишки, которые проходили лечение в ГКБ им. С.С. Юдина ДЗ города Москвы с февраля 2013 г. по март 2022 г. В исследуемую группу вошло 214 пациентов (113 женщин и 101 мужчина) в возрасте от 19 лет до 91 года со злокачественными опухолями левой половины ободочной кишки. Всем пациентам была выполнена сегментарная резекция ободочной кишки с D3-лимфодиссекцией.

Критерии включения в исследования: 1) возраст пациентов от 18 до 92 лет; 2) пол мужской, женский; 3) установленный диагноз: “рак левой половины ободочной кишки” (рак селезеночного изгиба ободочной кишки, рак нисходящей ободочной кишки, рак сигмовидной кишки, рак ректосигмоидного отдела ободочной кишки); 4) наличие предоперационного КТ-исследования органов брюшной полости с внутривенным контрастированием для диагностики и планирования операции; 5) отсутствие отдаленных метастазов; 6) выполненное оперативное вмешательство в



экстренном порядке по поводу кровотечения из опухоли: сегментарная резекция ободочной кишки с ДЗ-лимфодиссекцией.

Критерии невключения в исследование: 1) возраст пациентов младше 18 и старше 92 лет; 2) отсутствие предоперационного КТ-исследования органов брюшной полости с внутривенным контрастированием; 3) выполненное плановое оперативное вмешательство: сегментарная резекция ободочной кишки с ДЗ-лимфодиссекцией.

Критерии исключения: пациенты, ранее перенесшие оперативные вмешательства в зоне бассейна нижней брыжеечной артерии и нижней брыжеечной вены.

Исследования выполнялись на 160-срезовом компьютерном томографе Aquilion Prime SP (Canon, Япония), 160-срезовом компьютерном томографе Aquilion Prime (Toshiba, Япония) и 40-срезовом компьютерном томографе Somatom Sensation (Siemens, Германия). Сканирование проводилось по стандартному четырехфазному протоколу: до введения внутривенного контрастного вещества – нативная фаза; после введения внутривенного контрастного вещества – артериальная фаза (начало сканирования выполнялось автоматически при достижении пороговой плотности 180 ед. Хаунсфилда (HU) в просвете брюшной аорты за счет использования технологии мониторинга болюса), венозно-паренхиматозная фаза (на 65-й секунде от начала введения контрастного вещества), отсроченная (через 5 мин от начала введения контрастного вещества). В качестве контрастного вещества использовались неионные йодсодержащие препараты: Йогексол (350 мг/мл), Йопромид (370 мг/мл), Йомепрол (400 мг/мл), скорость введения составила 3,5–4,0 мл/с. Объем вводимого контрастного препарата определялся в соответствии с массой тела пациента из расчета 1,0–1,5 мл на 1 кг массы тела. Для болюсного введения контрастного препарата использовался автоматический двухколбовый иньектор Stellant (MEDRAD), введение контрастного вещества сопровождалось последующим введением физиологического раствора (30–50 мл).

Стандартный протокол сканирования включал следующие параметры: напряжение трубки 120 кВ, автоматическая модуляция силы тока в зависимости от конституции человека осуществлялась в диапазоне 80–500 мА при стандартном отклонении 12,5 для толщины среза 5,0 мм; коллимация 0,5 × 80 и 1,2 × 16 при последующей реконструкции с толщиной среза 0,5–1,2 мм. Дальнейшая обработка полученных изображений для наилучшей визуализации брыжеечных артерий и вен выполнялась на рабочих станциях (Vitrea, Syngo)

с преобразованием полученных изображений в режимах мультипланарной реконструкции (MPR), проекции максимальной интенсивности (MIP) и построением трехмерных изображений Volume Rendering 3D и Global Illumination (GIR) с целью детальной оценки сосудистой архитектоники.

Поскольку исследования 214 пациентов с раком левой половины ободочной кишки, обследованных с 2013 по 2022 г., были выполнены с использованием различных компьютерных томографов, с различной коллимацией и скоростью вращения трубки, с наличием и отсутствием итеративных алгоритмов для снижения лучевой нагрузки, оценить достоверно изменение качества контрастирования после оптимизации протокола сканирования не представлялось корректным. Было принято решение об оптимизации протокола сканирования на наиболее современной системе и оценке качества контрастирования с использованием ранее применяемого стандартного и нового оптимизированного протоколов сканирования на дополнительной группе пациентов, обследованных на одном и том же компьютерном томографе (см. схему).

После оптимизации стандартного протокола исследования параметры сканирования для артериальной фазы были изменены, использована автоматическая модуляция напряжения трубки 100–120 кВ в сочетании с автоматической модуляцией силы тока в зависимости от конституции человека в диапазоне 80–500 мА при стандартном отклонении 12,5 для толщины среза 5,0 мм; коллимация 0,5 × 80 при последующей реконструкции с толщиной среза 0,5–1,0 мм. Необходимый объем контрастного препарата рассчитывался индивидуально автоматически с использованием программного обеспечения P3T Abdomen (Технология персонализированных протоколов пациентов рабочей станции Certegra, MEDRAD).

После коррекции протокола сканирования ретроспективно были проанализированы исследования 105 пациентов без патологических изменений органов брюшной полости. Среди них было 52 женщины и 53 мужчины в возрасте 19–91 года (средний возраст 56 лет) (см. таблицу). Критерием исключения было наличие любого патологического состояния, которое могло повлиять на нормальную анатомию сосудов. Из 105 исследований 53 были выполнены с напряжением трубки 120 кВ, а 52 – с напряжением трубки 100 кВ.

При постобработке полученных изображений оценивалась плотность (в HU) в просвете НБА, в проксимальном и дистальном сегментах левой ободочной артерии, сигмовидных артерий и верхней прямокишечной артерии. Было выполнено

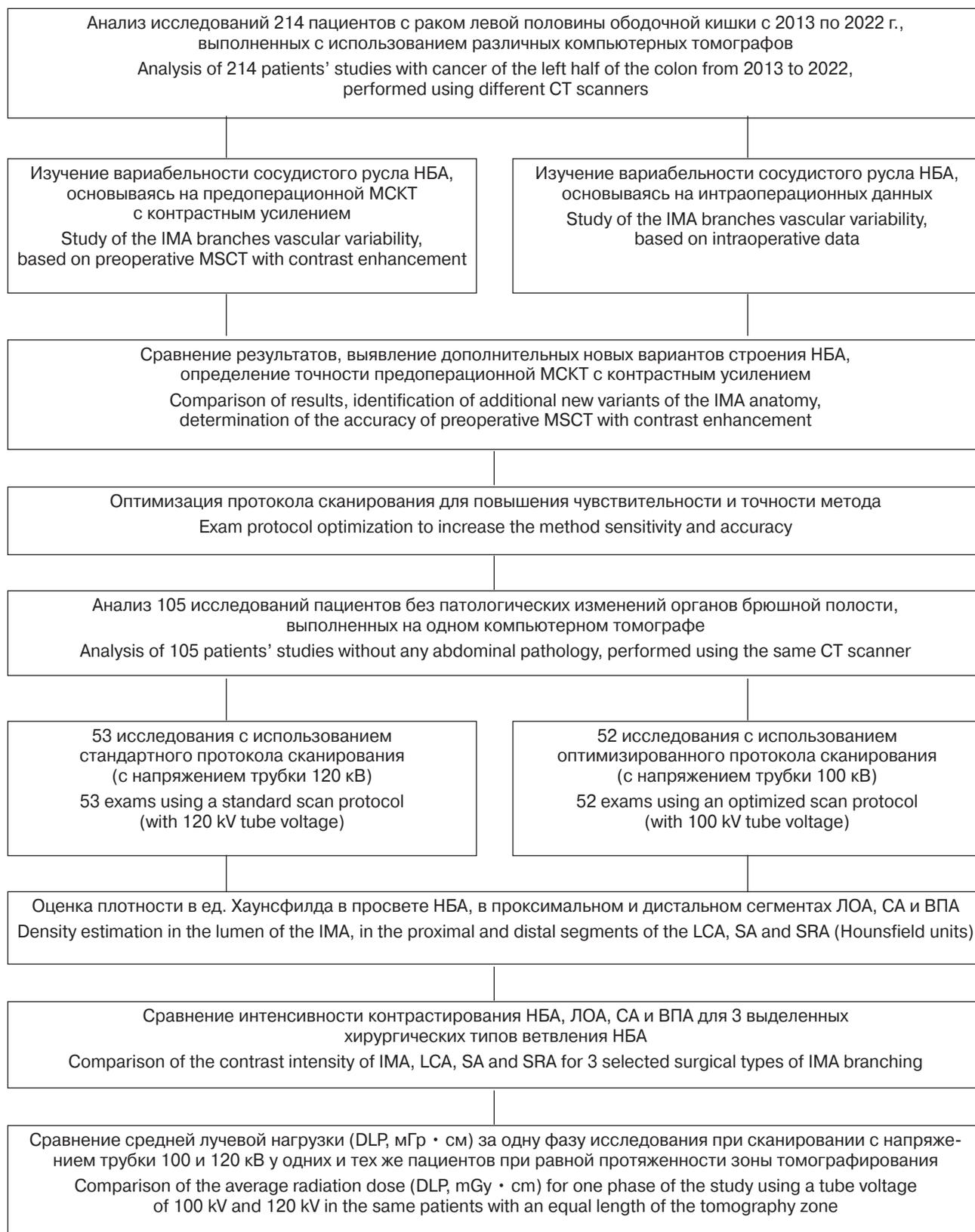
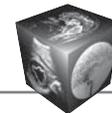


Схема 1. Схема исследования.

Diagram 1. Flow diagram.

**Таблица.** Характеристики дополнительной группы пациентов**Table.** Characteristics of an additional patient group

	Стандартный протокол (120 кВ) Standard protocol (120 kV)	Оптимизированный протокол (100 кВ) Optimized protocol (100 kV)
Всего / Total	53	52
Женщины / Women	28	24
Возраст, годы Age, years	29–85	25–91
Средний возраст, годы Mean age, years	59,71	56,92
Патологические изменения органов брюшной полости Abdominal pathology	Отсутствуют	Отсутствуют
Мужчины / Men	25	28
Возраст, годы Age, years	19–75	24–88
Средний возраст, годы Mean age, years	49,76	58,61
Патологические изменения органов брюшной полости Abdominal pathology	Отсутствуют	Отсутствуют

сравнение интенсивности контрастирования вышеуказанных артерий для 3 выделенных хирургических типов ветвления НБА при использовании стандартного протокола исследования (с напряжением 120 кВ) и оптимизированного протокола сканирования (с напряжением 100 кВ).

В нашей работе оценивалось расположение основных ветвей НБА согласно классификациям W. Zebrowski [24].

Кроме того, нами проанализирована точность метода МСКТ с помощью сравнения интраоперационных фотографий с данными предоперационных КТ-исследований.

Статистическую обработку результатов проводили с помощью программы SPSS Statistics 22. Количественные переменные описывали с помощью медианы. Тест χ^2 и точный критерий Фишера применялись для оценки корреляции с данными пациента. Аналогичным образом для сравнения различных вариантов сосудистой анатомии были использованы непарный t-критерий и точный критерий Фишера. Различия при $p < 0,05$ считались статистически значимыми.

Результаты и их обсуждение

Помимо 8 вариантов, описанных W. Zebrowski [24], нами были обнаружены дополнительные 7 новых вариантов строения НБА, которым мы в продолжение классификации W. Zebrowski дали буквенное обозначение от I до O. Вариант I: верх-

няя прямокишечная артерия (ВПА), 2 сигмовидные артерии (СА) и левая ободочная артерия (ЛОА) отходят из одной точки. Вариант J: ВПА, СА и ЛОА отходят розеткообразно из одной точки, от ЛОА отходит одна СА. Вариант K: ВПА, СА и ЛОА отходят розеткообразно из одной точки, одна СА отходит от ЛОА, вторая – от ВПА. Вариант L: ВПА, СА и ЛОА отходят розеткообразно из одной точки, одна СА отходит от ВПА. Вариант M: от ВПА отходят 3 СА в виде “гусиной лапки”. Вариант N: ВПА, ЛОА и общий ствол с тремя СА отходят розеткообразно из одной точки. Вариант O: ЛОА отсутствует (рис. 1). Таким образом, общее количество описанных типов строения сосудов составило 15.

Данная классификация, включающая 15 типов, достаточно громоздка и неприменима в практике хирургов. С этой целью мы предложили новую классификацию, в основу которой лег принцип отхождения толстокишечных ветвей от основного ствола НБА, в которой выделено 3 хирургически значимых типа ветвления сосудов (рис. 2). Тип I: несколько толстокишечных ветвей отходят от НБА отдельными стволами; тип II: все толстокишечные ветви отходят от НБА из одной точки в виде “гусиной лапки”; тип III: от НБА отходит единственный ствол, который на своем протяжении делится на толстокишечные ветви. Согласно нашему подходу строения НБА, где выделено 3 типа ветвления сосудов, тип I встречается в 54,2% наблюдений, тип II – в 25,2%, тип III – в 20,6%.

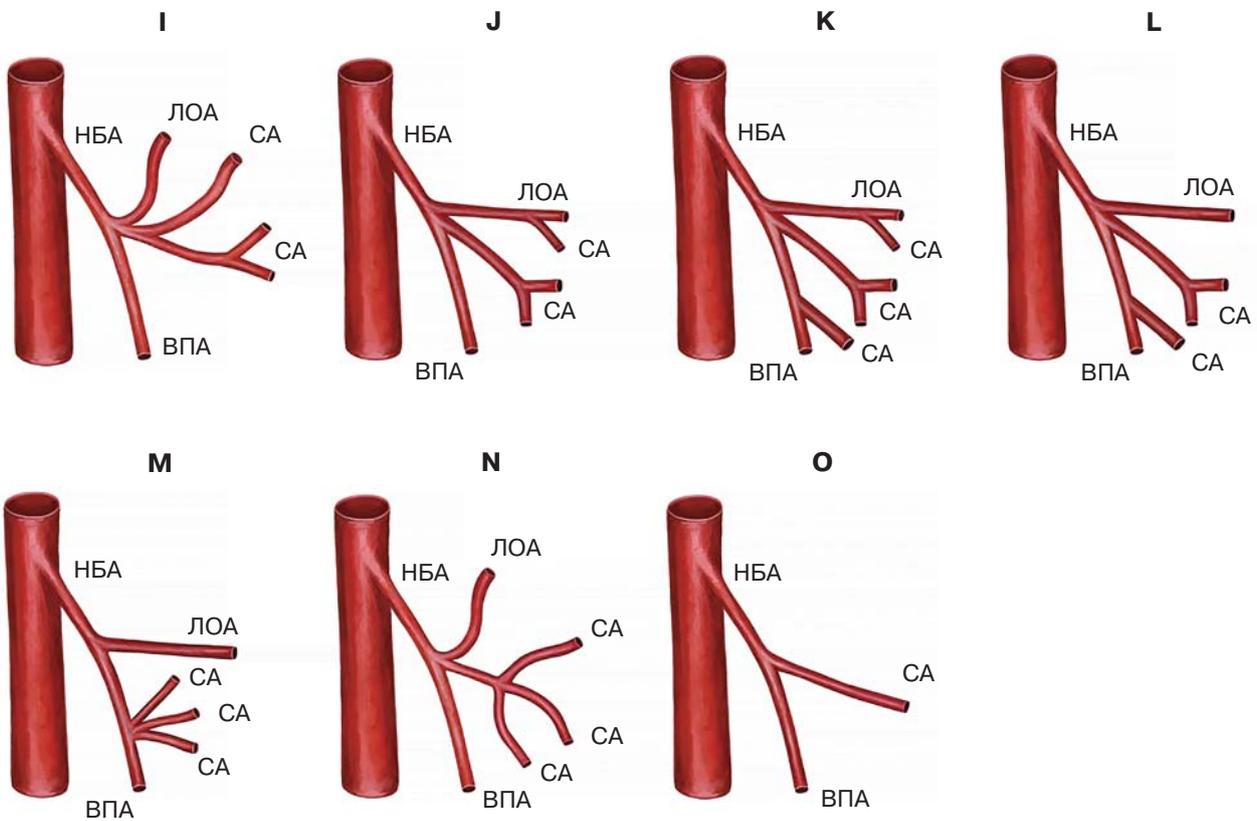


Рис. 1. Дополнительные варианты строения нижней брыжеечной артерии. НБА – нижняя брыжеечная артерия, ЛОА – левая ободочная артерия, СА – сигмовидная артерия, ВПА – верхняя прямокишечная артерия.

Fig. 1. Additional variants of the structure of the inferior mesenteric artery. НБА=IMA – inferior mesenteric artery, ЛОА=LCA – left colic artery, СА=SA – sigmoid artery, ВПА=SRA – superior rectal artery.

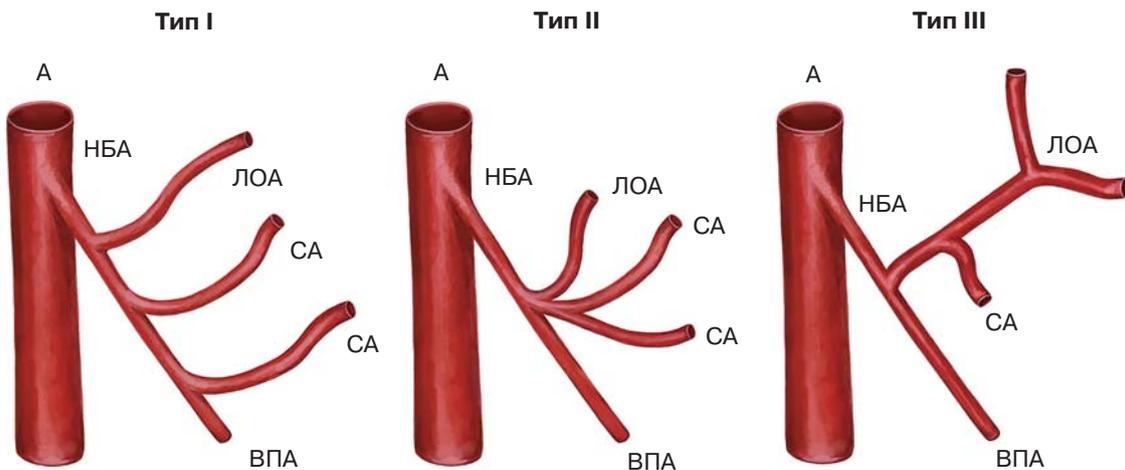


Рис. 2. Предлагаемая нами классификация строения нижней брыжеечной артерии. НБА – нижняя брыжеечная артерия, ЛОА – левая ободочная артерия, СА – сигмовидная артерия, ВПА – верхняя прямокишечная артерия.

Fig. 2. Our proposed classification of the structure of the inferior mesenteric artery. НБА=IMA – inferior mesenteric artery, ЛОА=LCA – left colic artery, СА=SA – sigmoid artery, ВПА=SRA – superior rectal artery.

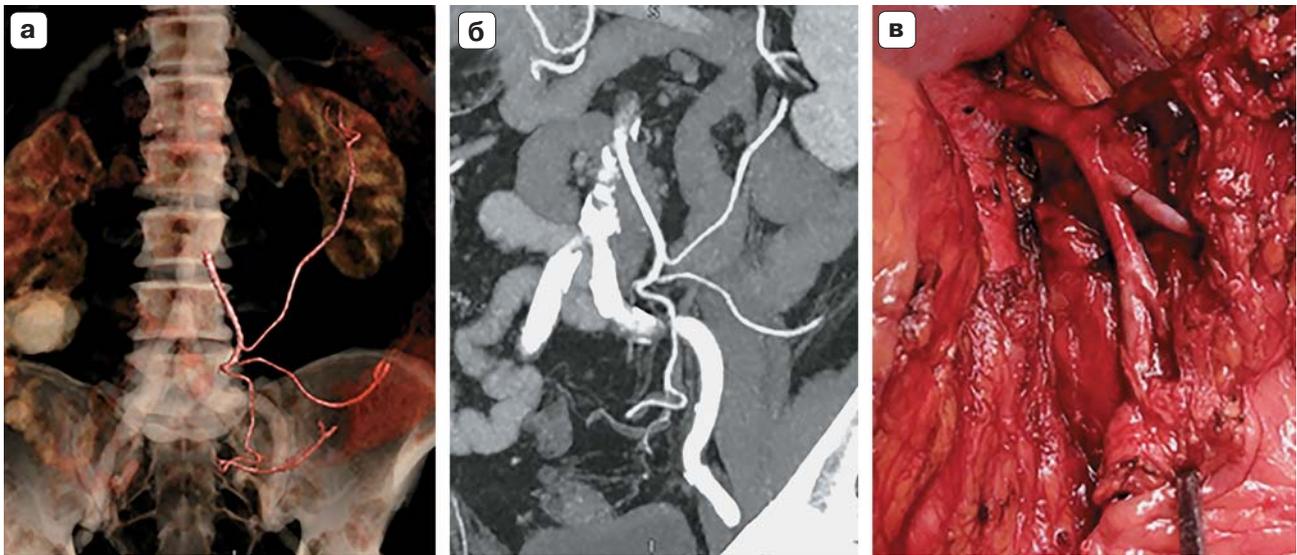


Рис. 3. Тип I предложенной нами классификации строения нижней брыжеечной артерии. Реконструкции GIR (а) и MIP КТА-изображений (б), интраоперационная фотография (в).

Fig. 3. Type I of the classification of the structure of the inferior mesenteric artery proposed by us. GIR (a) и MIP (б) reconstructions of the CTA images, intraoperative photo (в).

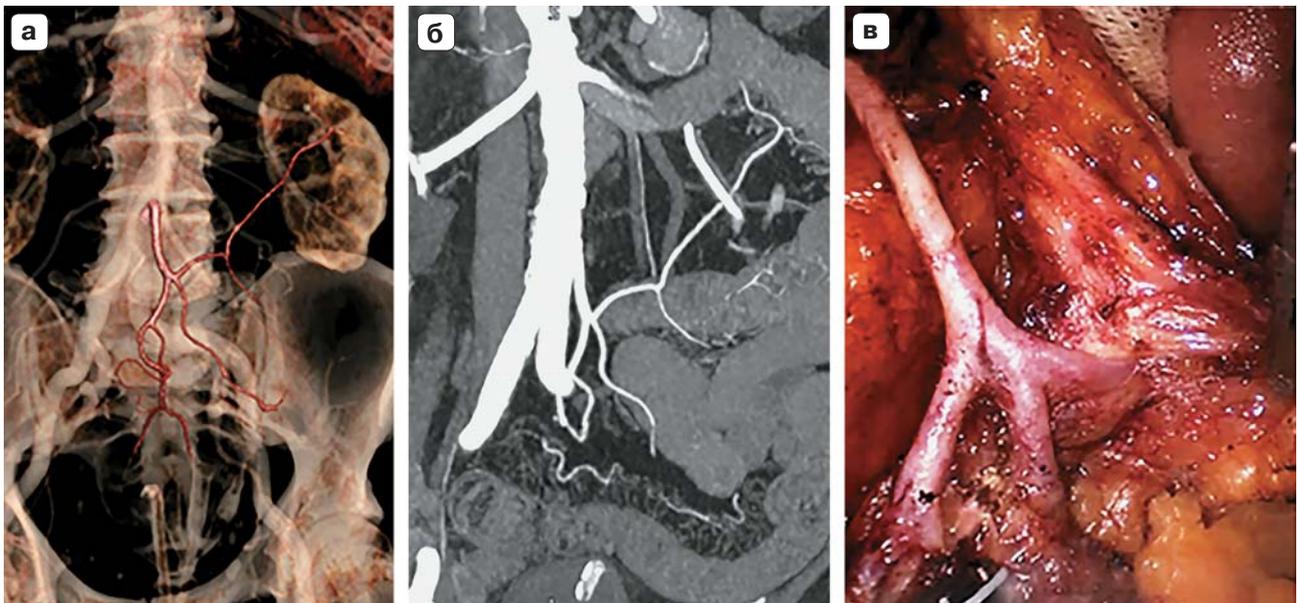


Рис. 4. Тип II предложенной нами классификации строения нижней брыжеечной артерии. Реконструкции GIR (а) и MIP КТА-изображений (б), интраоперационная фотография (в).

Fig. 4. Type II of the classification of the structure of the inferior mesenteric artery proposed by us. GIR (a) и MIP (б) reconstructions of the CTA images, intraoperative photo (в).

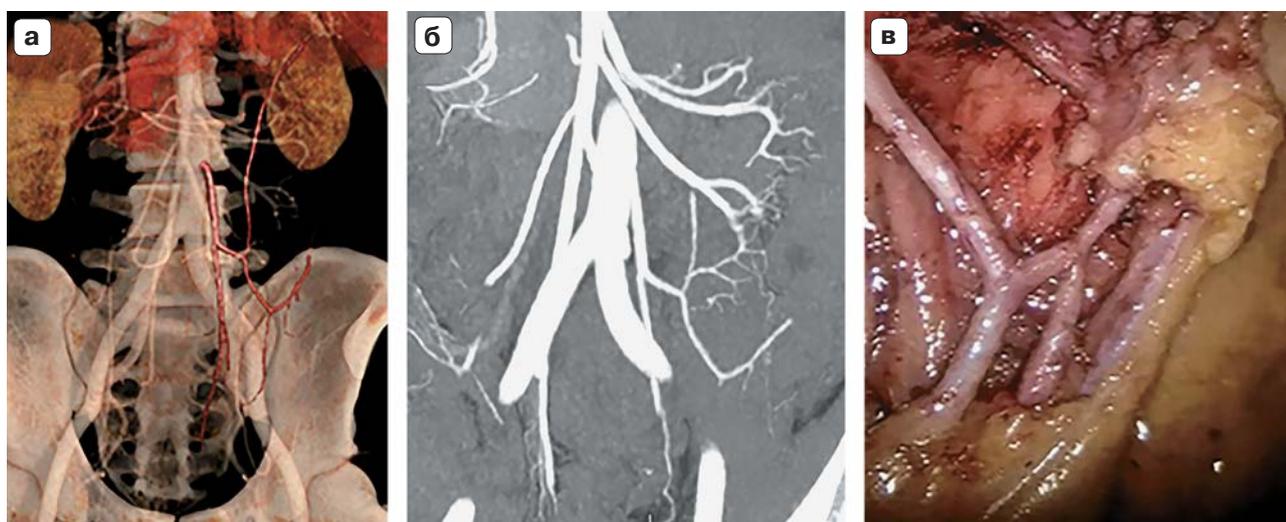


Рис. 5. Тип III новой классификации строения нижней брыжеечной артерии. Реконструкции GIR (а) и MIP КТА-изображений (б), интраоперационная фотография (в).

Fig. 5. Type III of the classification of the structure of the inferior mesenteric artery proposed by us. GIR (а) и MIP (б) reconstructions of the CTA images, intraoperative photo (в).

Кроме того, нами проанализирована точность метода МСКТ с помощью сравнения интраоперационных фотографий с данными предоперационных КТ-исследований (рис. 3–5). Из общего количества пациентов (214) у 9 присутствовала добавочная сигмовидная артерия малого калибра, которая была обнаружена только интраоперационно и не визуализировалась ранее при МСКТ, выполненной для диагностики и планирования оперативного лечения. Исследования у вышеуказанных пациентов выполнялись с напряжением трубки 120 кВ. Чувствительность метода составила 95,8% (истинно положительный показатель у 205 пациентов, ложноотрицательный показатель у 9 пациентов), специфичность – 100% (ложноположительный показатель у 0 пациентов, истинно отрицательный показатель у 214 пациентов), точность метода – 97,9%.

Вероятно, снижение чувствительности метода связано с малым диаметром ветвей сосудов, что приводило к их слабому контрастированию. Наличие дополнительной сигмовидной артерии влияло на чувствительность и точность метода соответственно вариантной анатомии по классификации W. Zebrowski [24] с дополнительными вариантами (15 типов), но не оказывало влияния на практическую классификацию, предложенную нами (3 типа).

Поскольку взаимодействие рентгеновского излучения и веществ с высокими атомными номерами характеризуется преобладанием фотоэлектрического эффекта, а йод в составе конт-

растного препарата обладает высоким атомным номером ($Z = 53$), то значения плотности вещества с большим атомным номером в НУ, будут выше при снижении напряжения трубки до 100 кВ [28]. При сравнении данных исследований до и после оптимизации протокола сканирования установлено, что плотность в просвете НБА при использовании нового протокола исследования составила 398,8 (таким образом, увеличилась на 35,4%), проксимального сегмента ЛОА – 271,3 (возросла на 46,5%), дистальных сегментов ЛОА – 144,8 (возросла на 24,8%), проксимального сегмента СА – 253,8 (возросла на 43,8%), дистальных сегментов СА – 135,8 (увеличилась на 32,9%), проксимального сегмента ВПА – 295,3 (возросла на 40,6%), дистальных сегментов ВПА – 171,2 (возросла на 21,3%) (рис. 6). В исследовании зарубежных авторов В. Wintersperger и соавт. [33] проводилось сравнение данных, полученных при напряжении трубки 100 и 120 кВ, результаты которого подтвердили повышение плотности в просвете аорты при снижении напряжения трубки. Тем не менее в вышеуказанном исследовании использовалось фиксированное значение силы тока, что приводило к снижению соотношения сигнал/шум при использовании напряжения 100 кВ. Кроме того, плотность в НУ оценивалась только на уровне аортоподвздошного сегмента, а анализ более мелких ветвей аорты в различных сегментах не проводился. В нашей работе при оптимизации протокола сканирования использовалась модуляция не только напряжения трубки, но и силы тока согласно

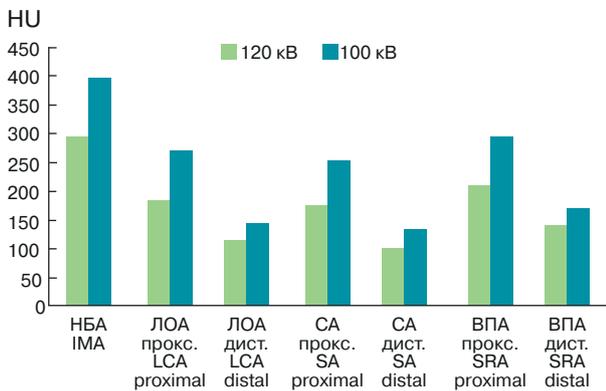


Рис. 6. Пиковое значение плотности в просвете НБА и ее ветвей при сканировании с напряжением трубки 120 и 100 кВ.

Fig. 6. Peak value of the lumen density for IMA and its branches on images acquired with a tube voltage of 120 kV and 100 kV.

индивидуальным конституциональным особенностям пациентов, что позволило получить более качественное контрастирование без значимого снижения соотношения сигнал/шум.

При сравнении контрастирования НБА, проксимальных и дистальных сегментов ЛОА, СА и ВПА для 3 выделенных нами хирургических типов ветвления НБА с использованием оптимизированного протокола сканирования наибольшая плотность в просвете НБА отмечалась при наличии ветвления II типа и составила 411,5 HU, в просвете проксимального сегмента ЛОА – при III типе ветвления и составила 295,5 HU, в дистальных сегментах ЛОА при II типе ветвления – 147,9 HU, в проксимальном сегменте СА при II типе ветвления – 296,4 HU, в дистальных сегментах СА при II типе ветвления – 147,4 HU, в проксимальном сегменте ВПА – 319,8 HU, в дистальном сегменте при I типе – 173,7 HU (рис. 7). Y. Lifeng и соавт. [34] анализировали использование автоматической модуляции напряжения трубки и силы тока применимо к абдоминальной визуализации, но не оценивали артерии бассейна НБА, а также не учитывали вариантную сосудистую анатомию. Кроме того, качество полученных изображений оценивалось по параметрам резкости, шума, наличие артефактов и достоверности диагностики согласно критериям по трех- и четырехбалльной шкале. В нашей работе было выявлено влияние вариантной анатомии на качество контрастирования ветвей НБА. В работе J. Ke и соавт. [17] исследовалось применение 3D-КТ-ангиографии для предоперационной оценки вариантной анатомии НБА и ЛОА, но не проводилось сравнение с интраоперационными

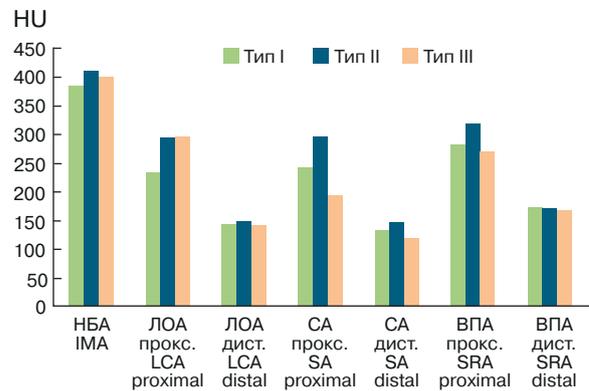


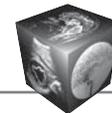
Рис. 7. Контрастирование НБА и ее ветвей в зависимости от хирургического типа ветвления.

Fig. 7. The difference in contrast enhancement of IMA and its branches depending on the surgical type of branching.

данными, не анализировалось влияние напряжения трубки и вариантной анатомии НБА на степень их контрастирования и не оценивались дистальные сегменты ветвей НБА.

В рамках оптимизации протокола исследования брюшной полости было выполнено сравнение средней лучевой нагрузки (DLP, мГр · см) за одну фазу исследования при сканировании с напряжением трубки 100 и 120 кВ у одних и тех же пациентов при равной протяженности зоны томографирования. Средняя лучевая нагрузка за одну фазу исследования при 120 кВ составила 233,2 мГр · см, при 100 кВ – 220,2 мГр · см, таким образом, было получено снижение DLP на 5,57% при сравнении со стандартным сканированием. В исследовании D.M. Nough и соавт. [35] оценивалось использование автоматизированного выбора напряжения трубки. Были получены результаты, подтверждающие снижение лучевой нагрузки при сохранении качества диагностических изображений и соотношения сигнал/шум. Тем не менее для сравнения дозовой нагрузки при исследовании использовались данные контрольной группы пациентов аналогичного размера, отсканированных с использованием аналогичного протокола, но без использования автоматизированного выбора напряжения трубки. В нашем исследовании выполнено сравнение с данными тех же пациентов, что позволяет минимизировать погрешность измерений.

В научных публикациях [33–35] имеются данные об использовании для визуализации органов брюшной полости напряжения трубки 80 кВ, но это приводит к более значимому повышению соотношения сигнал/шум, что затрудняет визуализацию



ветвей малого калибра и оценку их контрастирования. В нашем исследовании не удалось значительно улучшить визуализацию краевой и прямых артерий ободочной кишки, возможно развивающиеся технологии диагностики, в том числе сканирование с толщиной среза менее 0,5 мм и использование двухэнергетических технологий сканирования, в будущем позволят добиться лучших результатов, что требует дальнейшего исследования.

Кроме того, в нашем исследовании мы не оценивали влияние вариантной анатомии НБА на частоту развития ишемических изменений кишечника и несостоятельности межкишечного анастомоза, тем не менее данный вопрос может быть интересен для будущих исследований.

Заключение

В результате исследования было выявлено 15 типов вариантной анатомии НБА, но данная классификация достаточно громоздка и неприменима в практике хирургов. С этой целью мы предложили новую классификацию, в основу которой лег принцип отхождения толстокишечных ветвей от основного ствола НБА, в которой выделено 3 хирургически значимых типа ветвления сосудов. Наиболее частым вариантом ветвления НБА является тип I.

Из общего количества пациентов (214) у 9 присутствовала добавочная сигмовидная артерия малого калибра, которая была обнаружена только интраоперационно и не визуализировалась ранее при МСКТ, выполненной для диагностики и планирования оперативного лечения. Чувствительность метода – 95,8% (истинно положительный показатель у 205 пациентов, ложноотрицательный показатель у 9 пациентов), специфичность – 100% (ложноположительный показатель у 0 пациентов, истинноотрицательный показатель у 214 пациентов). Точность метода составила 97,9%.

Вероятно, снижение чувствительности метода связано с малым диаметром ветвей сосудов, что приводило к их слабому контрастированию. Наличие дополнительной сигмовидной артерии влияло на чувствительность и точность метода соответственно вариантной анатомии по классификации W. Zebrowski [24] с дополнительными вариантами (15 типов), но не оказывало влияния на практическую классификацию, предложенную нами (3 типа).

Поскольку йод в составе контрастного препарата обладает высоким атомным номером ($Z = 53$), то значения плотности вещества с большим атомным номером в НУ будут выше при снижении напряжения трубки до 100 кВ, что было использовано нами для оптимизации протокола сканирова-

ния и позволило упростить, ускорить определение анатомического типа строения, улучшить визуализацию дистальных сегментов ветвей НБА.

Кроме того, оптимизация протокола сканирования позволила добиться снижения средней лучевой нагрузки (DLP, мГр·см) за одну фазу исследования на 5,57% при сравнении со стандартным сканированием.

Дополнительно при исследовании было установлено, что тип ветвления НБА оказывает влияние на степень контрастирования ее артериального русла, наилучшее контрастирование определяется преимущественно при II типе ветвления НБА.

Таким образом, КТ-ангиография позволяет четко визуализировать брыжеечные сосуды и их коллатерали, что помогает в предоперационном планировании лапароскопической операции по поводу колоректального рака.

Выводы

1. В работе изучена вариабельность сосудистого русла НБА, основываясь на МСКТ с контрастированием и интраоперационных данных, выявлено 15 типов вариантной анатомии НБА.

2. Разработана классификация вариантов развития сосудистой анатомии НБА для практического применения врачом-хирургом, в которой выделено 3 хирургически значимых типа ветвления сосудов.

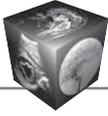
3. Определена точность МСКТ органов брюшной полости с внутривенным контрастированием путем сравнения результатов исследований с интраоперационными данными, которая составила 97,9%. Чувствительность метода – 95,8%, специфичность – 100%.

4. Проведена оптимизация стандартного протокола МСКТ брюшной полости для улучшения визуализации дистальных ветвей НБА. Плотность в просвете НБА при использовании нового протокола исследования увеличилась на 35,4%, проксимального сегмента ЛОА – на 46,5%, дистальных сегментов ЛОА – на 24,8%, проксимального сегмента СА – на 43,8%, дистальных сегментов СА – на 32,9%, проксимального сегмента ВПА – на 40,6%, дистальных сегментов ВПА – на 21,3%.

Участие авторов

Араблинский А.В. – подготовка и редактирование текста, участие в научном дизайне, утверждение окончательного варианта статьи.

Сеурко К.И. – концепция и дизайн исследования, проведение исследования, сбор и обработка данных, обзор публикаций по теме статьи, статистическая обработка данных, анализ и интерпретация полученных дан-



ных, написание текста, участие в научном дизайне, подготовка, создание опубликованной работы, ответственность за целостность всех частей статьи.

Пашковская А.А. – проведение исследования, сбор и обработка данных, статистическая обработка данных, написание текста, участие в научном дизайне.

Войновский А.Е. – подготовка и редактирование текста, участие в научном дизайне, утверждение окончательного варианта статьи.

Степанченко А.П. – подготовка и редактирование текста.

Косенков А.Н. – подготовка и редактирование текста, участие в научном дизайне, утверждение окончательного варианта статьи.

Authors' participation

Arablinskii A.V. – text preparation and editing, participation in scientific design, approval of the final version of the article.

Seurko K.I. – concept and design of the study, conducting research, collection and analysis of data, review of publications, statistical analysis, analysis and interpretation of the obtained data, writing text, participation in scientific design, preparation and creation of the published work, responsibility for the integrity of all parts of the article.

Pashkovskaia A.A. – conducting research, collection and analysis of data, statistical analysis, writing text, participation in scientific design.

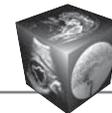
Voynovskiy A.E. – text preparation and editing, participation in scientific design, approval of the final version of the article.

Stepanchenko A.P. – text preparation and editing.

Kosenkov A.N. – text preparation and editing, participation in scientific design, approval of the final version of the article.

Список литературы [References]

1. Trastulli S., Cirocchi R., Listorti C. et al. Laparoscopic vs open resection for rectal cancer: a meta-analysis of randomized clinical trials. *Colorectal Dis.* 2012; 14 (6): e277–96. <https://doi.org/10.1111/j.1463-1318.2012.02985.x>
2. Kellokumpu I.H., Kairaluoma M.I., Nuorva K.P. et al. Short- and long-term outcome following laparoscopic versus open resection for carcinoma of the rectum in the multimodal setting. *Dis. Colon Rectum.* 2012; 55 (8): 854–863. <https://doi.org/10.1097/DCR.0b013e31825b9052>
3. McKay G.D., Morgan M.J., Wong S.K. et al.; South Western Sydney Colorectal Tumor Group. Improved short-term outcomes of laparoscopic versus open resection for colon and rectal cancer in an area health service: a multicenter study. *Dis. Colon Rectum.* 2014; 55 (1): 42–50. <https://doi.org/10.1097/DCR.0b013e318239341f>
4. Zeng S., Wu W., Zhang X. et al. The significance of anatomical variation of the inferior mesenteric artery and its branches for laparoscopic radical resection of colorectal cancer: a review. *Wld J. Surg. Oncol.* 2022; 20 (1): 290. <https://doi.org/10.1186/s12957-022-02744-6>
5. Chen J., Wang M., Chen Y. et al. A clinical study of inferior mesenteric artery typing in laparoscopic radical resections with left colonic artery preservation of rectal cancer. *Wld J. Surg. Oncol.* 2022; 20 (1): 292. <https://doi.org/10.1186/s12957-022-02762-4>
6. Park M.G., Hur H., Min B.S. et al. Colonic ischemia following surgery for sigmoid colon and rectal cancer: a study of 10 cases and a review of the literature. *Int. J. Colorectal Dis.* 2012; 27: 671–675. <https://doi.org/10.1007/s00384-011-1372-8>
7. Tsujinaka S., Kawamura Y.J., Tan K.Y. et al. Proximal bowel necrosis after high ligation of the inferior mesenteric artery in colorectal surgery. *Scand. J. Surg.* 2012; 101 (1): 21–25. <https://doi.org/10.1177/145749691210100105>
8. Jinshui Zeng and Guoqiang Su. High ligation of the inferior mesenteric artery during sigmoid colon and rectal cancer surgery increases the risk of anastomotic leakage: a meta-analysis. *Wld J. Surg. Oncol.* 2018; 16 (1): 157. <https://doi.org/10.1186/s12957-018-1458-7>
9. Zhang W., Yuan W.T., Song J.M. Ileum interposition for low rectal anastomosis in rectal cancer surgery: is it a remedial option? *Dis. Colon Rectum.* 2015; 58: 708–709. <https://doi.org/10.1097/DCR.0000000000000377>
10. Fan Y.C., Ning F.L., Zhang C.D., Dai D.Q. Preservation versus non-preservation of left colic artery in sigmoid and rectal cancer surgery: a meta-analysis. *Int. J. Surg.* 2018; 52: 269–277. <https://doi.org/10.1016/j.ijsu.2018.02.054>
11. Miyamoto R., Nagai K., Kemmochi A. et al. Three-dimensional reconstruction of the vascular arrangement including the inferior mesenteric artery and left colic artery in laparoscope-assisted colorectal surgery. *Surg. Endosc.* 2016; 30 (10): 4400–4404. <https://doi.org/10.1007/s00464-016-4758-4>
12. Malakorn S., Sammour T., Bednarski B. et al. Three different approaches to the inferior mesenteric artery during robotic D3 lymphadenectomy for rectal cancer. *Ann. Surg. Oncol.* 2017; 24 (7): 1923. <https://doi.org/10.1245/s10434-017-5792-8>
13. Yasuda K., Kawai K., Ishihara S. et al. Level of arterial ligation in sigmoid colon and rectal cancer surgery. *Wld. J. Surg. Oncol.* 2016; 14: 99. <https://doi.org/10.1186/s12957-016-0819-3>
14. Guo Y., Wang D., He L. et al. Marginal artery stump pressure in left colic artery-preserving rectal cancer surgery: a clinical trial. *ANZ J. Surg.* 2017; 87: 576–581. <https://doi.org/10.1111/ans.13032>
15. Goh N., Fong S.S., How K.Y. et al. Apical lymph node dissection of the inferior mesenteric artery. *Colorectal Dis.* 2016; 18: O206–209. <https://doi.org/10.1111/codi.13299>
16. Sekimoto M., Takemasa I., Mizushima T. et al. Laparoscopic lymph node dissection around the inferior mesenteric artery with preservation of the left colic artery. *Surg. Endosc.* 2016; 25: 861–866. <https://doi.org/10.1007/s00464-010-1284-7>
17. Ke J., Cai J., Wen X. et al. Anatomic variations of inferior mesenteric artery and left colic artery evaluated by 3-dimensional CT angiography: insights into rectal cancer surgery—a retrospective observational study. *Int. J. Surg.* 2017; 1 (41): 106–111. <https://doi.org/10.1016/j.ijsu.2017.03.012>
18. Zhang W., Yuan W.T., Wang G.X., Song J.M. Anatomical study of the left colic artery in laparoscopic-assisted colorectal surgery. *Surg. Endosc.* 2019; 13: 1–7. <https://doi.org/10.1007/s00464-019-07320-w>



19. Cirocchi R., Randolph J., Cheruiyot I. et al. Systematic review and meta-analysis of the anatomical variants of the left colic artery. *Colorectal Dis.* 2020; 22 (7): 768–778. <https://doi.org/10.1111/codi.14891>
20. Войновский А.Е., Башанкаев Б.Н., Сеурко К.И., Винокуров И.А. Новый взгляд на вариантную анатомию нижней брыжеечной артерии у пациентов с колоректальным раком. *Клиническая и экспериментальная хирургия. Журнал имени академика Б.В. Петровского.* 2021; 9 (3): 44–50. <https://doi.org/10.33029/2308-1198-2021-9-3-44-50>
Voynovskiy A.E., Bashankaev B.N., Seurko K.I., Vinokurov I.A. A novel view on the variant anatomy of the inferior mesenteric artery in patients with colorectal cancer. *Clinical and Experimental Surgery. Petrovsky Journal.* 2021; 9 (3): 44–50. <https://doi.org/10.33029/2308-1198-2021-9-3-44-50> (In Russian)
21. Войновский А.Е., Сеурко К.И. Роль вариантной анатомии левой ободочной артерии и нижней брыжеечной вены при планировании резекций левой половины толстой кишки по поводу колоректального рака. *Вестник Национального медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова.* 2022; 17 (1): 36–40. https://doi.org/10.25881/20728255_2022_17_1_36
Voynovskiy A.E., Seurko K.I. The role of variant anatomy of the left colon artery and inferior mesenteric vein in planning resections of the left colon for colorectal cancer. *Bulletin of Pirogov National Medical & Surgical Center.* 2022; 17 (1): 36–40. https://doi.org/10.25881/20728255_2022_17_1_36 (In Russian)
22. Hiroishi A., Yamada T., Morimoto T. et al. Three-dimensional computed tomographic angiography with computed tomographic colonography for laparoscopic colorectal surgery. *Jpn. J. Radiol.* 2018; 36 (12): 698–705. <https://doi.org/10.1007/s11604-018-0775-7>
23. Canedo-Antelo M., García-Figueiras R., Quintero-Rivera J.C. et al. Usefulness of computed tomography angiography in the preoperative workup of patients with colorectal cancer. *J. Comput. Assist. Tomogr.* 2022; 46 (3): 349–354. <https://doi.org/10.1097/RCT.0000000000001288>
24. Zebrowski W., Augustyniak E., Zajac S. Variation of origin and branches of the inferior mesenteric artery and its anastomoses. *Folia Morphol. (Warsz.).* 1971; 30: 510–517.
25. Wang Y., Shu W., Ouyang A. et al. The New Concept of Physiological “Riolan’s Arch” and the Reconstruction Mechanism of Pathological Riolan’s Arch After High Ligation of the Inferior Mesenteric Artery by CT Angiography-Based Small Vessel Imaging. *Front. Physiol.* 2021; 12: 641290. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.641290>
26. Selvaraj L., Sundaramurthi I. Study of Normal Branching Pattern of the Coeliac Trunk and its Variations Using CT Angiography. *J. Clin. Diagn. Res.* 2015; 9 (9): AC01-4. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2015/12593.6523>
27. Ke J., Cai J., Wen X. et al. Anatomic variations of inferior mesenteric artery and left colic artery evaluated by 3-dimensional CT angiography: Insights into rectal cancer surgery – A retrospective observational study. *Int. J. Surg.* 2017; 41: 106–111. <https://doi.org/10.1016/j.ijsu.2017.03.012>
28. Hounsfield G.N. Computerized transverse axial scanning (tomography): I. Description of systems. *Br. J. Radiol.* 1973; 46: 1016–1022. <https://doi.org/10.1259/0007-1285-46-552-1016>
29. Кригер А.Г., Пронин Н.А., Двухжилов М.В., Горин Д.С., Павлов А.В., Кармазановский Г.Г. Хирургический взгляд на артериальную анатомию поджелудочной железы. *Анналы хирургической гепатологии.* 2021; 26 (3): 112–122. <https://doi.org/10.16931/1995-5464.2021-3-112-122>
Kriger A.G., Pronin N.A., Dvukhzhilov M.V., Gorin D.S., Pavlov A.V., Karmazonovskiy G.G. Surgical glance at pancreatic arterial anatomy. *Annaly khirurgicheskoy gepatologii = Annals of HPB Surgery.* 2021; 26 (3): 112–122. <https://doi.org/10.16931/1995-5464.2021-3-112-122> (In Russian)
30. Рубцова Н.А., Федулеев М.Н., Нерестюк Я.И., Хамидов Д.Х., Сидоров Д.В., Ложкин М.В., Каприн А.Д. Артериальное кровоснабжение печени, целиако-мезентериальный бассейн (литературный обзор). *Медицинская визуализация.* 2021; 25 (2): 74–83. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-928>
Rubtsova N.A., Pheduleev M.N., Nerestyuk Y.I., Khamidov D.K., Sidorov D.V., Lozhkin M.V., Kaprin A.D. Arterial blood supply to the liver, celiac and mesenteric pool (literature review). *Medical Visualization.* 2021; 25 (2): 74–83. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-928> (In Russian)
31. Старостина Н.С., Кармазановский Г.Г., Петров Р.В., Егоров В.И. Феномен включения непостоянных предсуществующих артериальных коллатералей брюшной полости по данным МСКТ как признак нерезектабельности рака поджелудочной железы. *Медицинская визуализация.* 2015; 6: 66–84.
Starostina N.S., Karmazanovskiy G.G., Petrov R.V., Egorov V.I. Circulatory Engagement of Abdominal Inconstant Preexisting Arterial Collaterals, as Revealed by MSCT Angiography, Indicates Unresectability of Pancreatic Cancer. *Medical Visualization.* 2015; 6: 66–84. (In Russian)
32. Ян Цинь, Бурякина С.А., Кармазановский Г.Г., Ручкин Д.В. Ангиоархитектоника тощей кишки на опыте 30 гастропластических операций и возможности МСКТ-диагностики в предоперационном планировании объемного имплантата. *Медицинская визуализация.* 2014; 4: 22–31.
Yang Qin, Buryakina S.A., Karmazanovsky G.G., Ruchkin D.V. Angioarchitectonics of Jejunum on the Experience of 30 Jejunal Interposition After Gastrectomy and Possibilities of MSCT-Diagnostics in Preoperative Planning of a Volume Implant. *Medical Visualization.* 2014; 4: 22–31. (In Russian)
33. Wintersperger B., Jakobs T., Herzog P. et al. Aorto-iliac multidetector-row CT angiography with low kV settings: improved vessel enhancement and simultaneous reduction of radiation dose. *Eur. Radiol.* 2005; 15: 334–341. <https://doi.org/10.1007/s00330-004-2575-y>
34. Yu L., Fletcher J.G., Grant K.L. et al. Automatic selection of tube potential for radiation dose reduction in vascular and contrast-enhanced abdominopelvic CT. *Am. J. Roentgenol.* 2013; 201 (2): W297–306. <https://doi.org/10.2214/AJR.12.9610>
35. Hough D.M., Fletcher J.G., Grant K.L. et al. Lowering kilovoltage to reduce radiation dose in contrast-enhanced abdominal CT: initial assessment of a prototype automated kilovoltage selection tool. *Am. J. Roentgenol.* 2012; 199 (5): 1070–1077. <https://doi.org/10.2214/AJR.12.8637>



Для корреспонденции*: Сеурко Кирилл Игоревич – e-mail: kirill.seurko@yandex.ru. Тел.: +7-916-628-92-13.

Араблинский Андрей Владимирович – доктор мед. наук, профессор кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии Института клинической медицины им. Н.В. Склифосовского ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва. <https://orcid.org/0000-0003-0854-3598>

Сеурко Кирилл Игоревич – ассистент кафедры госпитальной хирургии Института клинической медицины им. Н.В. Склифосовского ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва. <https://orcid.org/0000-0001-5150-8793>

Пашковская Анна Александровна – врач-рентгенолог ГКБ им. С.С. Юдина ДЗ города Москвы, Москва. <https://orcid.org/0000-0001-6441-100X>.

Войновский Александр Евгеньевич – доктор мед. наук, профессор кафедры госпитальной хирургии Института клинической медицины им. Н.В. Склифосовского ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет); заведующий отделом клинично-экспертной работы ГКБ им. С.С. Юдина ДЗ города Москвы, Москва. <https://orcid.org/0000-0003-4761-5793>

Степанченко Андрей Петрович – канд. мед. наук, заведующий рентгеновского отделения ГКБ им. С.С. Юдина ДЗ города Москвы, Москва. <https://orcid.org/0000-0001-5655-2929>

Косенков Александр Николаевич – доктор мед. наук, профессор кафедры госпитальной хирургии Института клинической медицины им. Н.В. Склифосовского ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва. <https://orcid.org/0000-0003-3754-8005>

Contact*: Kirill I. Seurko – e-mail: kirill.seurko@yandex.ru. Phone: +7-916-628-92-13.

Andrey V. Arablinskii – Doct. of Sci. (Med.), Professor, Department of Radiation Diagnostics and Radiation Therapy, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow. <https://orcid.org/0000-0003-0854-3598>

Kirill I Seurko – Assistant, Department of Hospital Surgery, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow. <https://orcid.org/0000-0001-5150-8793>

Anna A. Pashkovskaia – Radiologist, S.S. Yudin City Clinical Hospital; Moscow, Moscow. <https://orcid.org/0000-0001-6441-100X>.

Aleksandr E. Voynovskiy – Doct. of Sci. (Med.), Professor, Department of Hospital Surgery, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University); Head of the Department of Clinical and Expert Work, S.S. Yudin City Clinical Hospital; Moscow, Moscow. <https://orcid.org/0000-0003-4761-5793>

Andrei P. Stepanchenko – Cand. of Sci. (Med.), Head of the Radiology Department, S.S. Yudin City Clinical Hospital; Moscow, Moscow. <https://orcid.org/0000-0001-5655-2929>

Aleksandr N. Kosenkov – Doct. of Sci. (Med.), Professor, Department of Hospital Surgery, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow. <https://orcid.org/0000-0003-3754-8005>