

<https://doi.org/10.33878/2073-7556-2024-23-3-87-99>



Возможности компьютерной томографии в оценке качества хирургического лечения у пациентов с опухолями правой половины ободочной кишки

Холева А.А.¹, Агабабян Т.А.¹, Невольских А.А.¹, Авдеенко В.А.¹,
Иванов С.А.^{1,3}, Каприн А.Д.^{2,3}

¹Медицинский радиологический научный центр им. А.Ф. Цыба — филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России (ул. Маршала Жукова, д. 10, Калужская область, г. Обнинск, 249031, Россия)

²ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России (ул. Королева, д. 4, Калужская область, г. Обнинск, 249036, Россия)

³ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов» (ул. Миклухо-Маклая, д. 6, г. Москва, 117198, Россия)

РЕЗЮМЕ

ЦЕЛЬ: определение возможностей компьютерной томографии (КТ) в оценке длины культи питающих артерий правой половины ободочной кишки с учетом их анатомического расположения относительно верхней брыжеечной вены (ВБВ) для определения уровня перевязки магистральных артерий при правосторонней гемиколэктомии (ПГКЭ) с D2- и D3-лимфодиссекцией.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ: ретроспективно проанализированы данные 82 пациентов с гистологически подтвержденным диагнозом рака правой половины ободочной кишки (РППОК) в возрасте от 44–88 лет (медиана 68 лет). Всем пациентам было выполнено хирургическое лечение в объеме ПГКЭ. В 40 случаях хирургическое лечение было выполнено в объеме D2- лимфодиссекции и в 42 случаях — в объеме D3-лимфодиссекции. На дооперационном этапе всем пациентам по данным КТ выполняли оценку расположения подвздошно-ободочной и правой ободочной артерии относительно ВБВ и измерение ожидаемой длины их культей, на послеоперационном этапе — оценку фактической длины культей.

РЕЗУЛЬТАТЫ: изображение культи подвздошно-ободочной артерии при КТ было получено у 76 (92,6%) из 82 пациентов. У 6 пациентов металлическая скобка была установлена по контуру верхней брыжеечной артерии (ВБА), в таких случаях четкого КТ-изображения культи подвздошно-ободочной артерии получено не было, и длина культи расценивалась как 0 мм. Культи правой ободочной артерии определялась у всех пациентов, у которых артерия была выявлена до операции. Вентральное расположение подвздошно-ободочной артерии относительно ВБВ по данным КТ было выявлено у 38 (46,3%) пациентов из 82, дорзальное расположение — у 44 (53,7%) из 82 пациентов. При вентральном расположении подвздошно-ободочной артерии относительно ВБВ у пациентов с D2-лимфодиссекцией медиана фактической длины артерии составила 14,3 мм (8-25,6), с D3-лимфодиссекцией — 7,6 мм (3,3–11,1) ($p = 0,005$). При дорзальном расположении подвздошно-ободочной артерии относительно ВБВ у пациентов с D2-лимфодиссекцией медиана фактической длины артерии составила 8,8 мм (4,9–16,2), с D3-лимфодиссекцией — 3,9 мм (1–6,9) ($p = 0,004$).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ: фактическая длина культи питающей артерии может стать индикатором уровня перевязки магистральных артерий и косвенно объема лимфодиссекции при ПГКЭ. Необходимы дальнейшие исследования с большим числом наблюдений для подтверждения гипотезы об измерении длины культи питающих артерий как маркере объема выполненной операции.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: рак правой половины ободочной кишки, правосторонняя гемиколэктомия, компьютерная томография, культи подвздошно-ободочной артерии

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Холева А.А., Агабабян Т.А., Невольских А.А. Авдеенко В.А., Иванов С.А., Каприн А.Д. Возможности компьютерной томографии в оценке качества хирургического лечения у пациентов с опухолями правой половины ободочной кишки. Колопроктология. 2024; т. 23, № 3, с. 87–99. <https://doi.org/10.33878/2073-7556-2024-23-3-87-99>

Computed tomography in quality control of surgery for right colon cancer

Anna A. Kholeva¹, Tatev A. Agababian¹, Aleksey A. Nevolskikh¹,
Violetta A. Avdeenko¹, Sergey A. Ivanov^{1,3}, Andrey D. Kaprin^{2,3}

¹A.Tsyb Medical Radiological Research Centre branch of the Medical Radiological Research Centre (Marshal Zhukov st., 10, Kaluga region, Obninsk, 249031, Russia)

²National Medical Research Radiological Centre (Koroleva st., 4, Kaluga region, Obninsk, 249036, Russia)

³Peoples' Friendship University of Russia, RUDN University (Miklukho-Maklaya st., 6, Moscow, 117198, Russia)

ABSTRACT AIM: to assess the length of the stump of the feeding arteries of the right colon, their anatomical location relative to the superior mesenteric vein (SMV), the level of ligation of the main arteries after right hemicolectomy with D2- and D3-lymphadenectomy.

PATIENTS AND METHODS: the retrospective study included 82 patients with a histologically confirmed right colon cancer aged 44-88 (mean 68) years. All patients underwent right hemicolectomy. In 40 cases, D2 lymph node dissection was performed, in 42 cases — in D3. Preoperatively, all patients were assessed for the location of the ileocolic and right colon arteries relative to the SMV and the expected length of their stumps was measured by CT. Postoperatively, the actual length of the stumps was assessed. **RESULTS:** CT images of the ileocolic artery stump were obtained in 76 (92.6%) of 82 patients. In 6 patients, a metal clips were installed along the contour of the superior mesenteric artery; in such cases, a clear CT image of the stump of the ileocolic artery was not obtained, and the length of the stump was assessed as 0 mm. The stump of the right colic artery was determined in all patients in whom the artery was identified preoperatively. The ventral location of the ileocolic artery relative to the SMV according to CT data was identified in 38 (46.3%) of 82 patients, the dorsal location — in 44 (53.7%) of 82 patients. With the ventral location of the ileocolic artery relative to the SMV in patients with D2, the length of the artery was 14.3 (8-25.6) mm, with D3 — 7.6 (3.3-11.1) mm ($p = 0.005$). With the dorsal location of the ileocolic artery relative to the SMV in patients with D2, the length of the artery was 8.8 (4.9-16.2) mm, with D3 — 3.9 (1-6.9) mm ($p = 0.004$).

CONCLUSION: the actual length of the stump of the feeding artery can become an indicator of the level of ligation of the main arteries and, indirectly, the extent of lymphadenectomy after right hemicolectomy. Further studies with a larger number of cases are needed to confirm the hypothesis for measuring the length of the stump of the feeding arteries as a marker of the extent of the procedure performed.

KEYWORDS: right-sided colon cancer, right hemicolectomy, computed tomography, ileocolic arterial stump

CONFLICT OF INTEREST: the authors declare no conflict of interest

FOR CITATION: Kholeva A.A., Agababian T.A., Nevolskikh A.A., Avdeenko V.A., Ivanov S.A., Kaprin A.D. Computed tomography in quality control of surgery for right colon cancer. *Koloproktologia*. 2024;23(3):87-99. (in Russ.). <https://doi.org/10.33878/2073-7556-2024-23-3-87-99>

АДРЕС ДЛЯ ПЕРЕПИСКИ: Холева Анна Андреевна, Медицинский радиологический научный центр им. А.Ф. Цыба — филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, ул. Маршала Жукова, д. 10, Калужская область, Обнинск, 249031, Россия; тел.: +7 (499) 199-07-61; e-mail: an.net-07@mail.ru

ADDRESS FOR CORRESPONDENCE: Kholeva A.A., A.Tsyb Medical Radiological Research Centre branch of the Medical Radiological Research Centre, Marshal Zhukov st., 10, Kaluga region, Obninsk, 249031, Russia; e-mail: an.net-07@mail.ru

Дата поступления — 05.06.2024

Received — 05.06.2024

После доработки — 28.06.2024

Revised — 28.06.2024

Принято к публикации — 01.08.2024

Accepted for publication — 01.08.2024

ВВЕДЕНИЕ

Ежегодно рак толстой кишки занимает одно из ведущих мест в структуре онкологической заболеваемости и смертности. В 2020 году, по данным Globocan IARC, в мире было выявлено более 1,9 млн. случаев заболевания колоректальным раком (КРР), что соответствует третьему месту после рака легкого и рака молочной железы [1]. По данным европейских исследований, на РППОК приходится 30–38% случаев КРР [2,3]. Отмечается, что РППОК ассоциирован с рядом негативных прогностических факторов, таких как пожилой возраст, распространенная стадия процесса и муцинозная структура опухоли, а выживаемость у пациентов с опухолями правой половины ободочной кишки ниже по сравнению с больными раком левой половины ободочной кишки [4,5].

Единственным радикальным методом лечения при РППОК является хирургический. Согласно российским клиническим рекомендациям [6], при локализации опухоли в слепой, восходящей ободочной кишке, печёночном изгибе ободочной кишки и проксимальной трети поперечной ободочной кишки рекомендуется выполнять ПГКЭ или расширенную ПГКЭ. При этом хирургическое лечение осуществляется согласно принципам тотальной мезокOLONэктомии (ТМКЭ), в классическом варианте предложенными Hohenberger для рака ободочной кишки в 2009 году [7]. Современная методика ТМКЭ в европейском понимании основана на прецизионной технике мобилизации толстой кишки, преимущественно, острым путем в пределах существующих эмбриональных слоев в едином футляре с покрывающей ободочную кишку собственной фасцией,

лимфатическими узлами и потенциальными метастазами опухоли с высокой перевязкой питающих сосудов [8]. Метод ТМКЭ вошел в клинические рекомендации по лечению рака ободочной кишки, как в нашей стране, так и в большинстве европейских стран [6,9]. Однако существуют противоречивые мнения относительно объема удаляемых групп лимфоузлов и различия в понимании высокой перевязки сосудов при РППОК.

Количество удаленных лимфатических узлов является важным прогностическим фактором при РППОК [10,11]. Лимфатические узлы ободочной кишки расположены вдоль артерий. Согласно Японской классификации, выделяют три группы регионарных лимфатических узлов ободочной кишки: 1. параколические лимфоузлы вдоль маргинальных сосудов (первого уровня); 2. мезоколические или промежуточные лимфоузлы вдоль питающих сосудов (второго уровня); 3. апикальные лимфоузлы в зоне отхождения питающих сосудов от магистральной артерии (третьего уровня) [12]. Объем D2-лимфодиссекции включает удаление параколических и мезоколических лимфатических узлов, объем D3-лимфодиссекции дополнительно к объему D2-лимфодиссекции включает удаление апикальных лимфатических узлов. В стандартный объем хирургического вмешательства, согласно как российским, так и европейским рекомендациям, входит D2-лимфодиссекция [8,13], тогда как, согласно японским клиническим рекомендациям, необходимо во всех случаях, за исключением I стадии, выполнять D3-лимфодиссекцию [14].

Другим понятием, характеризующим объем операции при раке ободочной кишки, является высокая перевязка сосудов. Существуют различные подходы к выполнению высокой перевязки сосудов при РППОК. Так, в консенсусе 2012 года безопасным считается пересечение питающих сосудов на расстоянии 1 см от магистральной артерии [13]. В консенсусе по РППОК 2022 года говорится о необходимости визуализации ВБВ при выполнении высокой перевязки питающих артерий [8]. В российских рекомендациях при ПГКЭ указана необходимость лигирования у основания подвздошно-ободочной артерии, правой ободочной артерии, а также средней ободочной артерии у основания либо правой ветви средней ободочной артерии [6]. Предположительно, высокая перевязка сосудов сопровождается увеличением числа удаляемых лимфоузлов [7,15], однако следует отметить, что высокая перевязка сосудов и D3-лимфодиссекция подразумевают удаление различного количества жировой клетчатки и, соответственно, различного количества лимфатических узлов [16].

Методом оценки качества выполненной хирургической операции являются данные морфологического

исследования, такие как макроскопическая оценка качества ТМКЭ, включая оценку плоскости и краев резекции, количество удаленных и пораженных лимфатических узлов, которые представляют собой прогностические маркеры локорегионарных рецидивов и прогрессирования заболевания [10,11]. Однако на сегодняшний день нет стандартизированных методов послеоперационной оценки и контроля качества выполнения высокой перевязки питающих артерий. В работе West (2010) был предложен патоморфологический метод оценки резецированных образцов с измерением расстояния между опухолью и точкой перевязки питающих артерий и между стенкой кишки и точкой перевязки питающих артерий [15,17], однако это не отражает напрямую длину остаточной культы питающей артерии [18].

Ранее выполненные исследования показали, что на КТ, спустя месяцы и даже годы после операции, возможна визуализация культы питающего сосуда [18,19]. Таким образом, прижизненное измерение длины оставшейся культы питающего сосуда возможно и может служить ценным индикатором качества объема лимфодиссекции.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Определение возможностей КТ в оценке длины культы питающих артерий правой половины ободочной кишки с учетом их анатомического расположения относительно верхней брыжеечной вены (ВБВ) для определения уровня перевязки магистральных артерий при правосторонней гемиколэктомии (ПГКЭ) с D2- и D3-лимфодиссекцией.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Нами были ретроспективно проанализированы данные 82 пациентов (45 женщин и 37 мужчин) с гистологически подтвержденным диагнозом РППОК в возрасте от 44 до 88 лет (средний возраст 68 лет). Всем пациентам было выполнено хирургическое лечение в объеме ПГКЭ в МРНЦ им. А.Ф. Цыба в период с 2018 по 2024 гг. При этом 68 пациентам были выполнены лапароскопические операции, 11 пациентам — открытые. В трех случаях потребовалась конверсия доступа. В 40 случаях хирургическое лечение было выполнено в объеме D2 лимфодиссекции и в 42 случаях — в объеме D3 лимфодиссекции.

На дооперационном этапе пациентам была проведена КТ с целью стадирования, на послеоперационном этапе — в рамках мониторинга за опухолевым процессом.

Исследования проводили на компьютерных томографах Optima CT 660 (General Electric, США) и SOMATOM go. TOP (Siemens, Германия). У 4 пациентов дооперационные КТ-данные были предоставлены из других учреждений.

При проведении исследований на компьютерном томографе Optima CT 660 (64-срезовый, General Electric, США) были установлены следующие параметры сканирования: напряжение на трубке 120 kV, сила тока 100–500 mA, время вращения трубки 0,6 секунды, питч 1.375, толщина среза 5 mm. Сканирование выполнялось в нативную, артериальную (30 сек.) и венозную (60–70 сек.). Реконструкция изображений в контрастные фазы выполнялась с толщиной среза 1,25 mm. Обработка полученных изображений выполнена на рабочей станции Advantage Workstation Volume Share 4.6.

При проведении исследований на томографе SOMATOM go. TOP (64/128-срезовый, Siemens, Германия) были установлены следующие параметры сканирования: коллимация 64 × 0.6, напряжение на трубке 120 kV, время вращения трубки 0,6 секунд, питч 1.35. Реконструкция изображений осуществлялась с использованием итеративного алгоритма SAFIRE 3. Сканирование осуществлялось в нативную, артериальную (запуск сканирования с использованием методики Bolus Tracking) и венозную фазы. Реконструкция изображений в контрастные фазы осуществлялась с толщиной среза 1,0 mm. Обработка полученных данных проводилась на рабочей станции Syngo.via.

Введение контрастного вещества выполнялось болюсно с использованием автоматических инжекторов. В качестве контрастных агентов были использованы неионные йодосодержащие контрастные препараты с концентрацией йода 350–370 мг/мл в объеме 1,5–2 мл/кг. Подготовка к исследованию включала в себя пероральный прием рентгеноконтрастного вещества за 12, 6 и 3 часа до исследования. Анализ полученных изображений с целью измерения ожидаемой и фактической длины культы подвздошно-ободочной и правой ободочной артерий выполняли с использованием мультипланарных реконструкций в аксиальной, коронарной, сагиттальной или косой плоскостях и MIP-реконструкций.

Оценку ожидаемой длины культы подвздошно-ободочной и правой ободочной артерии на дооперационном этапе проводили в зависимости от расположения артерий относительно ВБВ. При вентральном расположении подвздошно-ободочной артерии относительно ВБВ ожидаемую длину культы артерии измеряли как расстояние от устья артерии до медиального контура вены, при дорзальном расположении — как расстояние от устья артерии до латерального контура

вены. Также при вентральном расположении правой ободочной артерии относительно ВБВ ожидаемую длину культы артерии измеряли как расстояние от устья артерии до медиального контура вены, при дорзальном расположении — как расстояние от устья артерии до латерального контура вены (Рис. 1).

Измерение фактической длины культы артерии выполняли на основании послеоперационных КТ-данных. В случае перевязки артерий с использованием металлических скобок измерение осуществляли от устья артерии до металлической скобки. При отсутствии металлической скобки выполнялось измерение культы артерии на всем видимом протяжении. В случаях затруднения идентификации культы артерии осуществлялось сравнение с дооперационными снимками.

Статистическая обработка полученных данных выполнялась с использованием пакета IBM SPSS Statistics 27 (Armonk, NY: IBM Corp.). Для проверки на принадлежность наблюдаемой выборки нормальной генеральной совокупности был использован критерий Шапиро–Уилка. Для проверки различий между ожидаемой и фактической длинами культы подвздошно-ободочной и правой ободочной артерий использован Т-критерий Уилкоксона, для оценки различий между фактической длиной культы подвздошно-ободочной артерии при различном расположении артерии относительно ВБВ и для оценки различий между фактической длиной культы подвздошно-ободочной артерии при лапароскопических и открытых операциях — тест U-критерий Манна–Уитни с определением значения интеграла вероятности (*p*-значение). При оценке связей между фактической длиной культы подвздошно-ободочной артерии, объемом кровопотери во время операции, длительностью операции и количеством койко-дней, а также между фактической длиной культы подвздошно-ободочной артерии и количеством исследованных лимфоузлов использован тест ранговой корреляции Спирмена. Для оценки различий между длиной культы подвздошно-ободочной артерии и наличием осложнений использован критерий χ^2 с последующим определением значения интеграла вероятности (*p*-значение). Различия считали достоверными при величине $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В исследуемой группе распределение опухолей по локализациям было следующим: рак слепой кишки — 29 пациентов, рак восходящего отдела ободочной кишки — 31 пациент, рак печеночного изгиба толстой кишки — 12 пациентов, рак поперечно-ободочной кишки — 10 пациентов.

Вентральное расположение подвздошно-ободочной артерии относительно ВБВ по данным КТ было выявлено у 38 (46,3%) из 82 пациентов, дорзальное расположение — у 44 (53,7%, 44/82). Полученные результаты полностью подтверждены интраоперационными данными. Оценка фактической длины культи подвздошно-ободочной артерии проводилась по данным первого

послеоперационного КТ-исследования, в среднем, через 5,6 месяца после операции. У 11 (13,6%, 11/82) пациентов анализ проводился по данным КТ, выполненной с 2 по 10 сутки после операции с целью диагностики послеоперационных осложнений. У 47 (57,3%, 47/82) пациентов в базе Центра были представлены повторные КТ-исследования, при этом

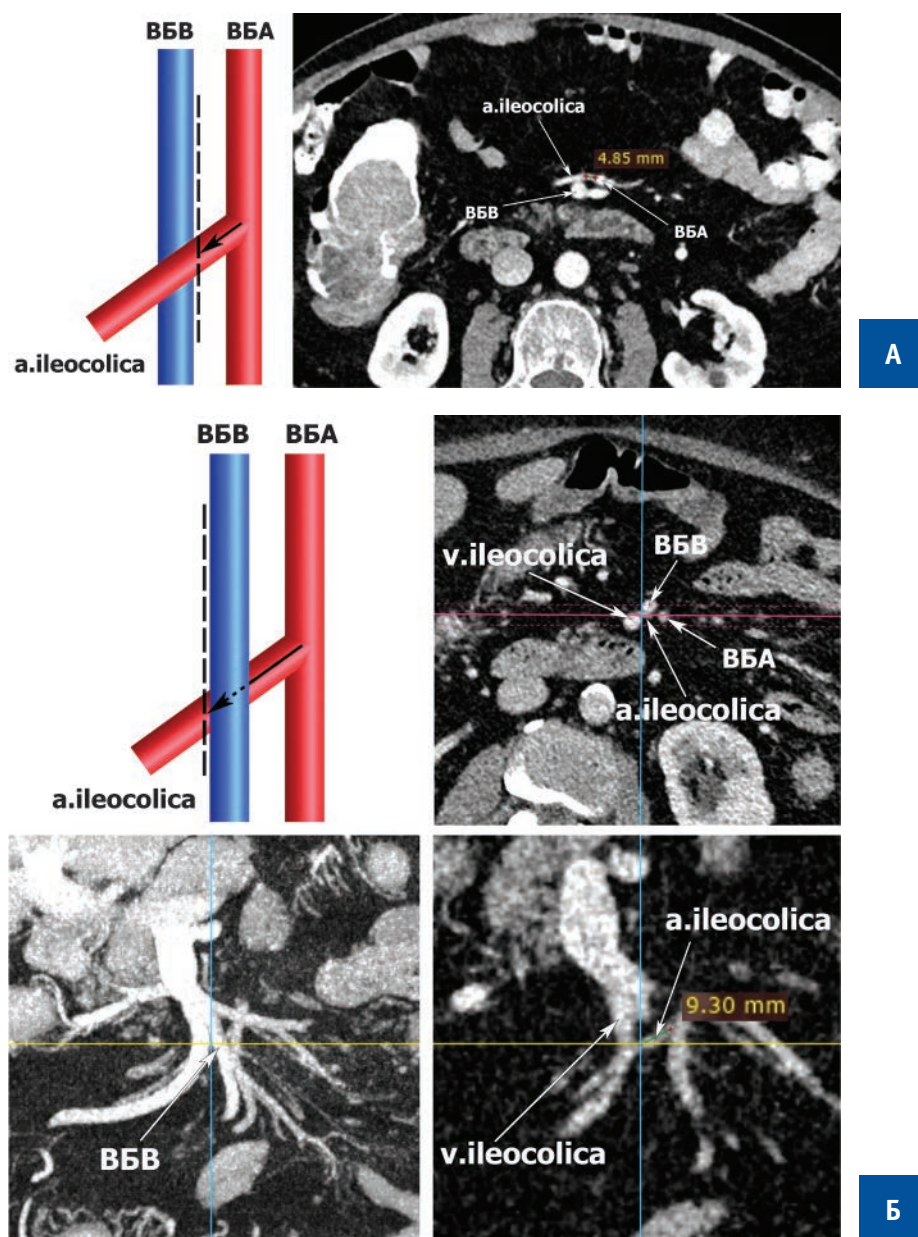


Рисунок 1. А) Измерение ожидаемой длины культи подвздошно-ободочной артерии по данным КТ при ее вентральном расположении относительно ВБВ (аксиальная реконструкция); Б) Измерение ожидаемой длины культи подвздошно-ободочной артерии по данным КТ при ее дорзальном расположении относительно ВБВ (аксиальная, МIP- и коронарная реконструкции). ВБВ — верхняя брыжеечная вена, ВБА — верхняя брыжеечная артерия, а.ileocolica — подвздошно-ободочная артерия

Figure 1. А) Measurement of the expected stump length of the of the ileocolic artery according to CT data with the ventral location of the artery relative to the SMV (axial plane); Б) Measurement of the expected stump length of the of the ileocolic artery according to CT data with the dorsal location of the artery relative to the SMV (axial plane, MIP, coronal plane)

у 9 человек срок повторных КТ-исследований превышал 3 года. В среднем срок проведения КТ, с учетом повторных исследований составил 1 год 2 месяца. Металлические клипсы в культе подвздошно-ободочной артерии были визуализированы у 66 (80,5%, 66/82) пациентов. Как правило, культя подвздошно-ободочной артерии в венозную фазу исследования визуализировалась в виде мягкотканого тяжа с неровными контурами, соответствующему ходу артерии на дооперационной КТ (Рис. 2). У 6 пациентов металлическая скобка была установлена по контуру

ВБА, в таких случаях четкого КТ-изображения культы подвздошно-ободочной артерии получено не было, и длина культы расценивалась как 0 мм. Таким образом, изображение культы подвздошно-ободочной артерии при КТ было получено у 76 (92,6%) из 82 пациентов. У всех пациентов, имеющих изображение культы подвздошно-ободочной артерии по данным КТ, при оценке данных повторных послеоперационных исследований, в том числе выполненных более чем через 3 года после операции, было получено изображение культы артерии, при этом в динамике

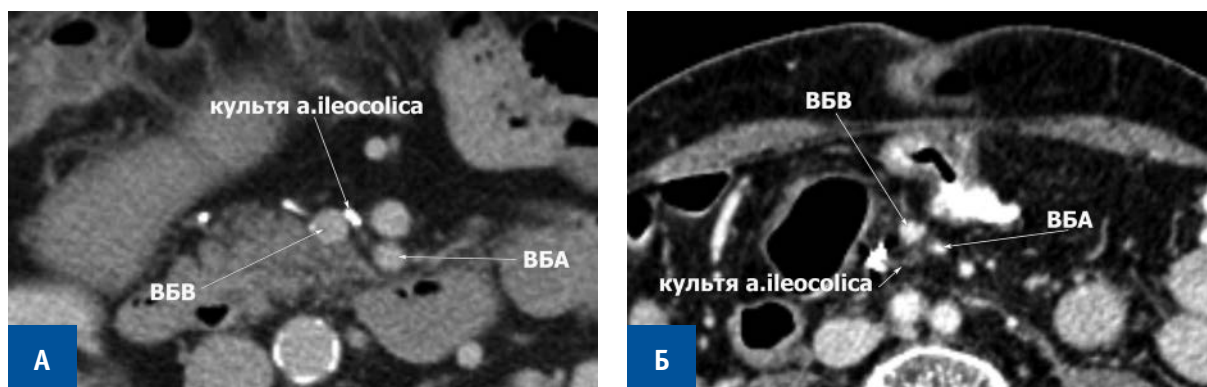


Рисунок 2. А) КТ — изображение культы подвздошно-ободочной артерии при вентральном расположении артерии относительно ВБВ (аксиальная реконструкция); Б) КТ — изображение культы подвздошно-ободочной артерии при дорзальном расположении артерии относительно ВБВ (аксиальная реконструкция). ВБВ — верхняя брыжеечная вена, ВБА — верхняя брыжеечная артерия, а.ileocolica — подвздошно-ободочная артерия

Figure 2. А) CT image of the stump of the ileocolic artery with the artery located ventrally relative to the SMV (axial plane); Б) CT image of the stump of the ileocolic artery with the artery located ventrally relative to the SMV (axial plane)

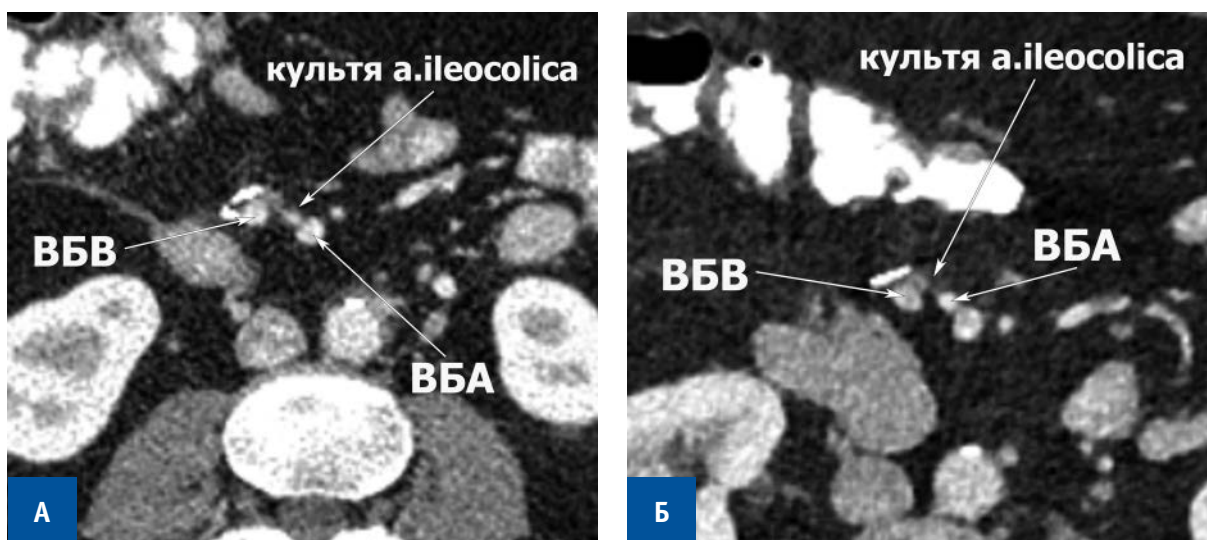


Рисунок 3. Изменение вида культы подвздошно-ободочной артерии при КТ-исследованиях в динамике. А) КТ-исследование через 1 месяц после операции. Культя артерии визуализируется в виде тяжа с неровными контурами (аксиальная реконструкция); Б) КТ-исследование через 1 год 8 месяцев после операции. В динамике отмечается уменьшение толщины культы подвздошно-ободочной артерии и повышение чёткости ее контуров (аксиальная реконструкция). ВБВ — верхняя брыжеечная вена, ВБА — верхняя брыжеечная артерия, а.ileocolica — подвздошно-ободочная артерия

Figure 3. Change in the appearance of the stump of the ileocolic artery on CT in dynamics. А) CT 1 month after surgery. The artery stump is visualized as a fibrotic line with fuzzy contours (axial plane); Б) CT 1 year 8 months after surgery. In dynamics, there is a decrease of the thickness of the stump of the ileocolic artery and an increase in the clarity of its contours (axial plane)

Таблица 1. Сравнение ожидаемой и фактической длин культи подвздошно-ободочной артерии при ее вентральном и дорзальном расположении**Table 1.** Comparison of the expected and actual lengths of the stump of the ileocolic artery with its ventral and dorsal location

Расположение а. ileocolica относительно ВБВ	Объем лимфодиссекции	Ожидаемая длина культи а. ileocolica, мм	Фактическая длина культи а. ileocolica, мм	p
Вентральное (n = 38)		2,7 (1,0–5,5)	10,0 (6,7–21,3)	< 0,001
	D2 (n = 22)	2,6 (1–4,9)	14,3 (7,9–25,5)	< 0,001
	D3 (n = 16)	2,8 (1,4–6,8)	7,6 (3,2–11,1)	0,47
Дорзальное (n = 44)		8,5 (6,7–11,7)	6,0 (2,0–11,2)	0,65
	D2 (n = 18)	10,3 (6,9–12,9)	8,8 (4,9–16,2)	0,727
	D3 (n = 26)	7,9 (6,4–10,3)	3,9 (1–6,8)	0,004

у ряда пациентов отмечалось уменьшение ее ширины и повышение четкости наружных контуров (Рис. 3). Распределение полученных данных ожидаемой и фактической длин культи подвздошно-ободочной артерии при вентральном и дорзальном расположении артерии представлено на рисунке 4. Медиана ожидаемой длины культи подвздошно-ободочной артерии при ее вентральном расположении относительно ВБВ составила 2,7 мм (1,0–5,5 мм), медиана фактической длины культи артерии — 10,0 (6,7–21,3 мм) ($p < 0,001$). Медиана ожидаемой длины культи подвздошно-ободочной артерии при ее дорзальном расположении относительно ВБВ составила 8,5 мм (6,7–11,7 мм), медиана фактической длины культи артерии — 6,0 мм (2,0–11,2 мм), ($p = 0,650$). При этом были отмечены статистически значимые различия при сравнении ожидаемой и фактической длин культи подвздошно-ободочной артерии у пациентов

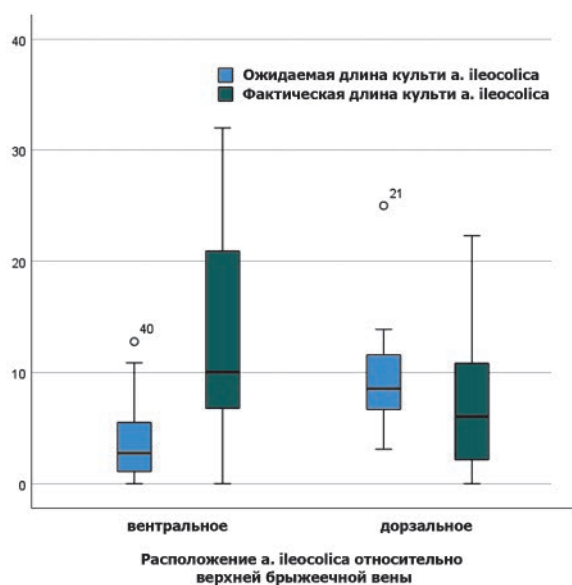
с вентральным расположением артерии при D2-лимфодиссекции и у пациентов с дорзальным ходом артерии при D3-лимфодиссекции (Табл. 1).

Распределение данных о фактической длине подвздошно-ободочной артерии в зависимости от ее расположения от ВБВ в группах пациентов с D2- и D3-лимфодиссекцией представлено на рисунках 5 и 6. При вентральном расположении подвздошно-ободочной артерии относительно ВБВ у пациентов с D2-лимфодиссекцией медиана фактической длины артерии составила 14,3 мм (8–25,6 мм), с D3-лимфодиссекцией — 7,6 мм (3,3–11,1 мм) ($p = 0,005$). При дорзальном расположении подвздошно-ободочной артерии относительно ВБВ у пациентов с D2-лимфодиссекцией медиана фактической длины артерии составила 8,8 мм (4,9–16,2 мм), с D3-лимфодиссекцией — 3,9 мм (1–6,9 мм) ($p = 0,004$).

В группе пациентов с вентральным расположением подвздошно-ободочной артерии медиана фактической длины культи артерии при лапароскопических операциях составила 10,9 мм (6,6–20,9 мм), при открытых операциях — 9 мм (7,9–27,4) ($p = 0,6$). У пациентов с дорзальным расположением подвздошно-ободочной артерии медиана фактической длины культи артерии при лапароскопических операциях составила 5,3 мм (1,7–10,9 мм), при открытых операциях — 6,6 мм (5,4–11,6) ($p = 0,5$).

Правая ободочная артерия, самостоятельно отходящая от ВБА, была выявлена по данным КТ у 18 (21,9%) из 82 пациентов. Вентральное расположение правой ободочной артерии относительно ВБВ отмечено у 16 из 18 пациентов (88,9%), дорзальное расположение — у 2 (11,1%, 2/18). Полученные результаты полностью подтверждены интраоперационными данными. При вентральном расположении артерии относительно ВБВ медиана ожидаемой длины культи правой ободочной артерии составила 5,2 мм (0–8,3 мм), медиана фактической длины культи артерии — 18,1 (2,9–29 мм) ($p = 0,33$). При дорзальном расположении правой ободочной артерии оценка не проводилась ввиду малого числа наблюдений.

Нами была выявлена слабая обратная корреляция (–0,24) между длиной культи подвздошно-ободочной

**Рисунок 4.** Распределение данных ожидаемой и фактической длин культи подвздошно-ободочной артерии при вентральном и дорзальном расположении артерии.**Figure 4.** Distribution of data on the expected and actual lengths of the stump of the ileocolic artery with the ventral and dorsal location of the artery

артерии и количеством исследованных после операции лимфатических узлов ($p = 0,035$) (Рис. 7).

При анализе связей между фактической длиной культи подвздошно-ободочной артерии, объемом кровопотери во время операции, временем операции и количеством койко-дней была выявлена умеренная обратная корреляция ($-0,357$) между фактической длиной культи артерии и временем операции, при этом, чем короче длина культи артерии, тем дольше время операции ($p < 0,001$).

При оценке послеоперационных осложнений, согласно классификации Clavien–Dindo, их общая частота

составила 24,4% (20 из 82 пациентов). Осложнения I степени зафиксированы у 14 (17%) пациентов из 82, II степени — у одного пациента (1,2%, 1/82), III степени — у 5 пациентов (6,1%, 5/82). Осложнений IV–V степени зафиксировано не было. Осложнения были обусловлены, преимущественно, изменениями в области послеоперационной раны (5 пациентов) и кишечной непроходимостью (5 пациентов). Кроме того, были выявлены осложнения: в виде перфорации тонкой кишки в сочетании с перитонитом, послеоперационным панкреатитом и анемией тяжелой степени (1), подкожной эвентрации петли тонкой кишки в дренажное отверстие (1), тромбогенного состояния (1), в виде сочетания наружного дуоденального свища, острого послеоперационного панкреатита и острой постгеморрагической анемии (1), острого послеоперационного панкреатита (1), участков скопления жидкости в области корня брыжейки тонкой кишки и по ходу передней ренальной фасции справа (1), анемии (1), кровотечения в области брыжейки толстой кишки и паранефральной клетчатки в ложе удаленной опухоли (1).

При статистическом анализе нами была оценена взаимосвязь между наличием/отсутствием осложнений (осложнения I–III степени были объединены) и фактической длиной культи подвздошно-ободочной артерии, при этом пациенты были разделены на группы в зависимости от длины культи артерии: 0–2 мм, 2–5 мм, 5–10 мм и более 10 мм. При сравнении фактической длины культи подвздошно-ободочной артерии и наличием осложнений согласно классификации Clavien–Dindo были выявлены статистически значимые различия. Следует отметить, что наиболее часто осложнения наблюдались в группе пациентов с фактической длиной культи подвздошно-ободочной артерии менее 2 мм (Табл. 2). В структуре осложнений пациентов с длиной культи менее 2 мм осложнения I степени составили 75% (3 — изменения в области послеоперационной раны, 3 — динамическая кишечная непроходимость), III степени — 25% (1 — перфорация, перитонит, панкреатит, анемия тяжелой степени; 1 — подкожная эвентрация петли тонкой кишки в дренажное отверстие). Повреждение ствола Генле во время операции было зафиксировано у 1 (1,2%) пациента из 82 с фактической длиной культи подвздошно-ободочной артерии 2,1 мм.

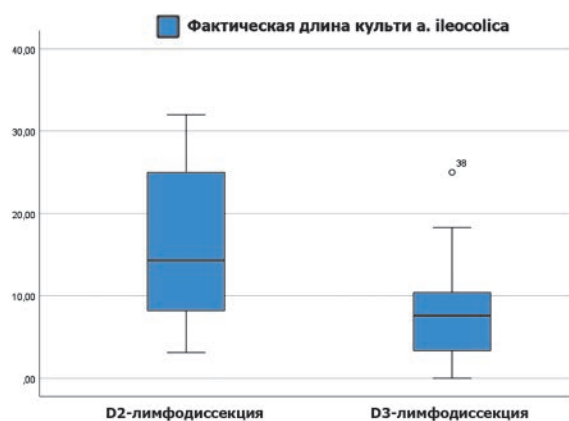


Рисунок 5. Распределение данных фактической длины культи подвздошно-ободочной артерии при ее вентральном расположении относительно ВБВ в группах пациентов с D2- и D3-лимфодиссекцией

Figure 5. Distribution of data on the actual length of the stump of the ileocolic artery with its ventral location relative to the SMV in groups of patients with D2- and D3-lymphadenectomy

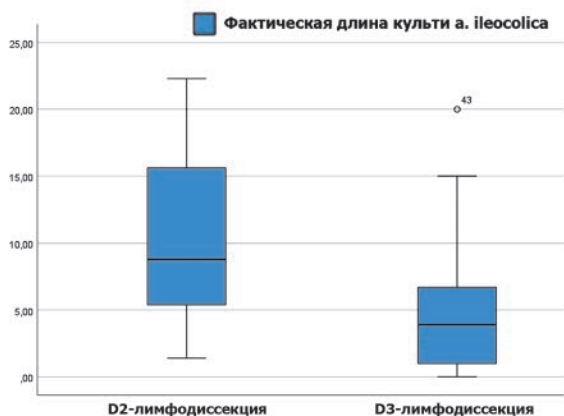


Рисунок 6. Распределение данных фактической длины культи подвздошно-ободочной артерии при ее дорзальном расположении относительно ВБВ в группах пациентов с D2- и D3-лимфодиссекцией

Figure 6. Distribution of data on the actual length of the stump of the ileocolic artery when it is located dorsally relative to the SMV in groups of patients with D2- and D3-lymphadenectomy

ОБСУЖДЕНИЕ

ТМКЭ оказалась надежным методом стандартизации хирургического лечения при раке ободочной кишки, однако в отношении высокой перевязки сосудов

Таблица 2. Количество осложнений у пациентов в группах с различной фактической длиной культи подвздошно-ободочной артерии**Table 2.** The number of complications in patients in groups with different actual lengths of the ileocolic artery stump

		Фактическая длина культи подвздошно-ободочной артерии				Всего
		менее 2 мм	от 2 до 5 мм	от 5 до 10 мм	более 10 мм	
Осложнения	нет	5 8,1%	10 16,1%	21 33,9%	26 41,9%	62 100,0%
	есть	8 40,0%	3 15,0%	4 20,0%	5 25,0%	20 100,0%
Всего		13 15,9%	13 15,9%	25 30,5%	31 37,8%	82 100,0%

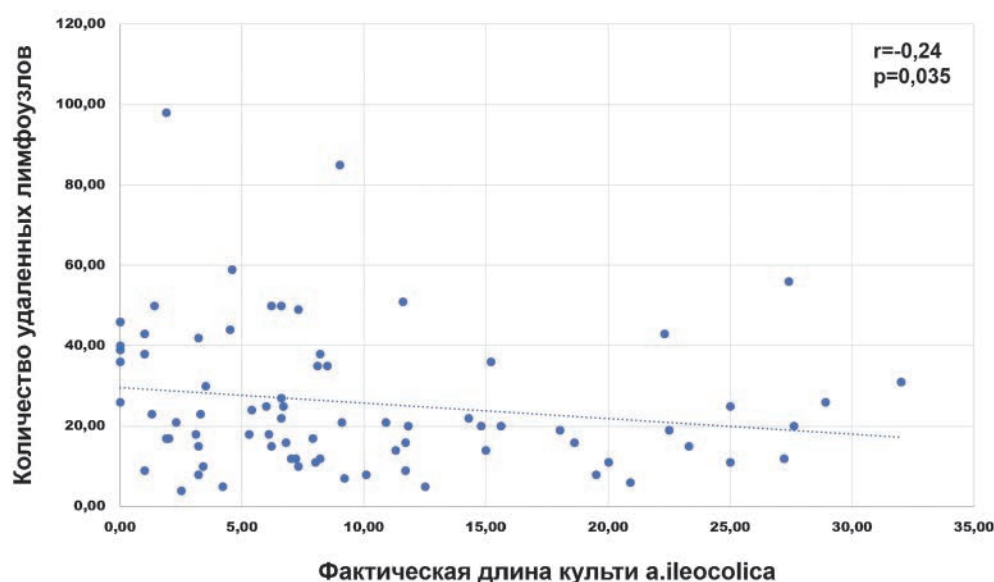
и оптимального объема лимфодиссекции при РППОК ведутся дебаты. В крупных исследованиях по D3-лимфодиссекции поражение апикальных лимфатических узлов составляет до 5% [20–22]. При этом, по данным Spasojevič et al., количество удаленных лимфоузлов значимо выше при дорзальном расположении подвздошно-ободочной артерии относительно ВБВ, чем при вентральном, что подчеркивает необходимость адаптации высокой перевязки сосудов к этим анатомическим вариантам [23].

Полученные нами результаты относительно анатомии подвздошно-ободочной и правой ободочной артерий соответствуют данным литературы. В крупнейшем метаанализе, опубликованном Negroi, вентральное расположение подвздошно-ободочной артерии относительно ВБВ было выявлено в 42,6% случаев, дорзальное расположение подвздошно-ободочной артерии относительно ВБВ — в 57,4% случаев, вентральное расположение правой ободочной артерии

относительно ВБВ — в 89,4% случаев, дорзальное расположение правой ободочной артерии относительно ВБВ — в 10,6% случаев. Правая ободочная артерия, самостоятельно отходящая от ВБА, присутствует примерно у 23,8–43% пациентов и практически всегда располагается вентральнее ВБВ [19,24].

С момента первой публикации, посвященной оценке уровня перевязки сосудов после ПГКЭ, по данным КТ прошло более 10 лет, однако зарубежные работы на эту тему немногочисленны, а отечественные публикации, насколько нам известно, отсутствуют.

В нашем исследовании культя подвздошно-ободочной была визуализирована у всех пациентов, за исключением случаев локализации хирургической скобки по контуру ВБА. Культя правой ободочной артерии определялась у всех пациентов, у которых артерия была выявлена до операции. В том числе, изображение культи питающей артерии было получено при повторных КТ-исследованиях, выполненных,

**Рисунок 7.** Оценка корреляционной связи между длиной культи подвздошно-ободочной артерии и количеством удаленных лимфоузлов**Figure 7.** Assessment of the correlation between the length of the stump of the ileocolic artery and the number of removed lymph nodes

в среднем, более чем через год после операции. Мы не оценивали количественно параметры культи питающей артерии в динамике, однако, у ряда пациентов было отмечено уменьшение ее ширины и большая четкость контуров при повторных исследованиях. В этой связи представляется интересным исследование Munkendal (2019), в котором выполнялось сравнение длины культи подвздошно-ободочной артерии через 2 дня и через 1 год после операции у пациентов с опухолями правой и левой половины ободочной кишки. Через год после операции культя сосуда была визуализирована в 81% случаев (38 из 47 пациентов). По виду культи артерии были разделены на три группы: нормальный сосуд, тромбированный сосуд и фиброзная линия. Приблизительно в трети случаев культя классифицировалась как тромбированный сосуд или фиброзная линия и в этих группах длина культи через 1 год после операции была приблизительно на 13% меньше, чем через 2 дня после операции [25].

Следует отметить, что, по нашему мнению, наличие металлических скобок в культе артерии облегчает ее идентификацию, несмотря на наличие артефактов. При отсутствии металлических скобок возникают трудности с идентификацией дистальной точки культи артерии, что затрудняет ее измерение.

В работах, касающихся оценки ожидаемой и фактической длин культи питающей артерии, измерение ожидаемой длины культи проводят от места начала до правого контура ВБВ, что соответствует D2-лимфодиссекции [19,26,27]. Особенностью нашего исследования является выполнение измерения ожидаемой длины культи подвздошно-ободочной артерии в зависимости от хода артерии относительно ВБВ. При выполнении ТМКЭ с высокой перевязкой подвздошно-ободочной артерии обработку последней выполняют с учетом ее расположения по отношению к ВБВ: при заднем — по латеральному, при вентральном — по медиальному ее краю. В нашей работе медиана ожидаемой длины культи подвздошно-ободочной артерии (2,7 мм) при ее вентральном расположении была значимо меньше фактической (10 мм) ($p < 0,001$). При дорзальном расположении артерии медиана ожидаемой длины культи (8,5 мм) была больше фактической (6,0 мм), что, вероятно, связано с тракцией артерии на операции при ее клипировании, однако различия не были статистически значимы ($p = 0,650$). Кроме того, нами были выявлены статистически значимые различия при сравнении ожидаемой и фактической длин культи подвздошно-ободочной артерии при D2-лимфодиссекции у пациентов с вентральным расположением артерии ($p < 0,001$) и при D3-лимфодиссекции у пациентов с дорзальным расположением артерии ($p < 0,004$). При сравнении

ожидаемой и фактической длин культи правой ободочной артерии значимых различий выявлено не было.

Нами также было выполнено сравнение фактической длины культи подвздошно-ободочной артерии при ее вентральном и дорзальном расположении относительно ВБВ в группах с D2- и D3-лимфодиссекцией. Фактическая длина культи подвздошно-ободочной артерии была значимо короче у пациентов с D3-лимфодиссекцией как при вентральном (7,6 мм), так и дорзальном расположении артерии относительно ВБВ (3,9 мм) по сравнению с пациентами с D2-лимфодиссекцией (14,3 мм и 8,8 мм, соответственно). В ранее опубликованных работах фактическая длина культи подвздошно-ободочной артерии после стандартной ПГКЭ составила, в среднем, 28 мм и была больше ожидаемой (14,4–18,1) [19,26]. Таким образом, фактическая длина культи подвздошно-ободочной артерии в нашем исследовании была меньше как для пациентов с D3-, так и D2-лимфодиссекцией. В работе Livadaru (2019), фактическая длина культи подвздошно-ободочной артерии у пациентов после ТМКЭ с высокой перевязкой сосудов составила $16,97 \pm 4,77$ мм, после стандартного хирургического вмешательства — $49,93 \pm 20,29$ мм [27].

При сравнении данных фактической длины культи подвздошно-ободочной артерии при лапароскопических и открытых операциях, ее медиана была сопоставима и при вентральном расположении артерии (10,9 мм и 9 мм, соответственно), и при ее дорзальном расположении (5,3 мм и 6,6 мм). Полученные результаты не были статистически значимы в обеих группах. Похожие результаты были получены в исследовании Lygre K.B. (2024): при анализе данных 20 пациентов не было выявлено статистически значимых различий при сравнении длины культи подвздошно-ободочной артерии при открытых и лапароскопических операциях (в среднем, 4,1 мм, $p = 0,996$) [28].

В ряде зарубежных работ выполнялось сравнение длины культи питающей артерии с количеством лимфоузлов и данными плоскости резекции патоморфологического препарата. В исследовании Spasojević (2011) не было выявлено значимых различий между фактической длиной культи подвздошно-ободочной артерии и количеством удаленных лимфатических узлов [26]. В работе Kaye (2015) была выявлена значительная вариабельность в длине фактической культи подвздошно-ободочной артерии, и эти результаты коррелировали с патологоанатомическими данными классификации пострезекционных препаратов, которые показали большие различия в плоскости и объеме хирургической резекции при РППОК [19]. В ранее отмеченной работе Livadaru (2019) в группе пациентов после ТМКЭ с высокой перевязкой сосудов

среднее количество выделенных лимфоузлов составило $34,83 \pm 16,75$ мм, и была выявлена обратная корреляция средней степени ($-0,40$) с фактической длиной культи артерии ($p = 0,032$). Аналогично, значимость сохранялась для длины резецированного образца с умеренной обратной корреляцией ($0,44$); при этом, чем больше длина образца, тем короче длина культи ($p = 0,016$) [27].

На сегодняшний день только в одном исследовании была выявлена зависимость между длиной культи питающей артерии и риском локорегионарного рецидива при раке ободочной кишки. В исследовании Livadaru (2022), была разработана шкала послеоперационной оценки качества для прогнозирования риска локорегионарного рецидива у пациентов с опухолями толстой кишки, в том числе, включающая данные о фактической длине культи питающей артерии. Было выявлено, что пациенты с локорегионарными рецидивами имели значимо большую длину культи питающей артерии ($50,77 \pm 28,5$ мм) по сравнению с пациентами без рецидива ($45,59 \pm 28,1$ мм) ($p < 0,001$) [29].

Нами была впервые выполнена оценка осложнений в зависимости от длины культи подвздошно-ободочной артерии в зависимости от уровня лимфодиссекции и расположения сосудов по отношению к ВБВ. В нашем исследовании наибольшее число осложнений было зафиксировано в группе пациентов с длиной культи подвздошно-ободочной артерии менее 2 мм. В исследованиях, в которых сравнивали ТКМЭ со стандартной хирургией, было отмечено большее число осложнений при ТКМЭ [30,31]. Диссекция у корня верхней брыжеечной артерии представляет опасность повреждения чревных нервов, что приводит к рефрактерной диарее [30]. С центральным лигированием сосудов коррелирует значительно большее количество повреждений селезенки и ВБВ [31], а высокая вариабельность венозных коллатералей, образующих желудочно-ободочный ствол Генле, увеличивает риск геморрагий [32].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Измерение длины культи питающей артерии при КТ является простым и воспроизводимым инструментом оценки качества проведенного хирургического лечения. Полученные нами данные говорят о целесообразности оценки длины культи подвздошно-ободочной артерии в зависимости от ее расположения относительно ВБВ, что учитывает особенности обработки артерии во время операции. В нашем исследовании длина культи подвздошно-ободочной артерии, измеренная при КТ была значимо короче

у пациентов в группе с D3-лимфодиссекцией по сравнению с группой пациентов с D2-лимфодиссекцией, что подтверждает предположение о том, что фактическая длина культи может стать индикатором уровня перевязки магистральных артерий и, косвенно, объема лимфодиссекции при ПГКЭ. Необходимы дальнейшие исследования с большим числом наблюдений для подтверждения гипотезы об измерении длины культи питающих артерий как маркере объема выполненной операции, а также определения значимости этих данных в онкологической хирургии.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ

Сбор материала исследования, статистическая обработка данных, аналитика, написание статьи: Холева А.А.

Разработка концепции научной работы, анализ научной работы, критический пересмотр с внесением ценного интеллектуального содержания, написание статьи: Невольских А.А.

Анализ научной работы, написание статьи: Агабабян Т.А.

Сбор материала исследования: Авдеенко В.А.

Анализ научной работы, рецензирование: Иванов С.А., Каприн А.Д.

AUTHORS CONTRUBUTION

Collection and processing of the material, statistical processing, writing of the text: Anna A.Kholeva

Concept and design of the study, analysis of the study, writing of the text: Aleksey A. Nevolskikh

Analysis of the study, writing of the text: Tatev A. Agababian

Collection and processing of the material: Violetta A. Avdeenko

Analysis of the study, editing: Sergey A. Ivanov, Andrey D. Kaprin

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ (ORCID)

Холева А.А. — научный сотрудник отделения лучевой диагностики МРНЦ имени А.Ф. Цыба — филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, Обнинск; ORCID 0000-0003-3635-8162

Агабабян Т.А. — к.м.н., заведующий отделением лучевой диагностики МРНЦ имени А.Ф. Цыба — филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, Обнинск; ORCID 0000-0002-9971-3451

Невольских А.А. — д.м.н., заместитель директора по лечебной работе МРНЦ имени А.Ф. Цыба — филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, Обнинск; ORCID 0000-0001-5961-2958

Авдеенко В.А. — клинический ординатор МРНЦ имени А.Ф. Цыба — филиал ФГБУ «НМИЦ

радиологии» Минздрава России, Обнинск; ORCID 0000-0002-2678-016X

Иванов С.А. — д.м.н., член-корреспондент РАН, директор МРНЦ имени А.Ф. Цыба — филиала ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, Обнинск, профессор кафедры онкологии и рентгенодиагностики имени В.П. Харченко медицинского института РУДН, Москва; ORCID 0000-0001-7689-6032

Каприн А.Д. — д.м.н., профессор, академик РАН, академик РАО, член Президиума РАН, член Президиума РАО Заслуженный врач России, генеральный директор ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России,

Обнинск, заведующий кафедрой онкологии и рентгенодиагностики имени В.П. Харченко медицинского института РУДН; ORCID 0000-0001-8784-8415

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS (ORCID)

Anna A. Kholeva — 0000-0003-3635-8162

Tatev A. Agababian — 0000-0002-9971-3451

Aleksey A. Nevolskikh — 0000-0001-5961-2958

Violetta A. Avdeenko — 0000-0002-2678-016X

Sergey A. Ivanov — 0000-0001-7689-6032

Andrey D. Kaprin — 0000-0001-8784-8415

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. International Agency for Research on Cancer [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://globocan.iarc.fr/Pages/factsheets_population.aspx International Agency for Research on Cancer [Electronic resource] http://globocan.iarc.fr/Pages/factsheets_population.aspx
2. Hemminki K, Santi I, Weires M, et al. Tumor location and patient characteristics of colon and rectal adenocarcinomas in relation to survival and TNM classes. *BMC Cancer*. 2010 Dec 21;10:688. doi: [10.1186/1471-2407-10-688](https://doi.org/10.1186/1471-2407-10-688) PMID: 21176147; PMCID: PMC3022888
3. Mangone L, Pinto C, Mancuso P, et al. Colon cancer survival differs from right side to left side and lymph node harvest number matter. *BMC Public Health*. 2021;21:906. doi: [10.1186/s12889-021-10746-4](https://doi.org/10.1186/s12889-021-10746-4)
4. Wang CB, Shahjehan F, Merchea A, et al. Impact of tumor location and variables associated with overall survival in patients with colorectal Cancer: a Mayo Clinic Colon and Rectal Cancer registry study. *Front Oncol*. 2019;9:76. doi: [10.3389/fonc.2019.00076](https://doi.org/10.3389/fonc.2019.00076)
5. Warschkow R, Sulz MC, Marti L, et al. Better survival in right-sided versus left-sided stage I-III colon cancer patients. *BMC Cancer*. 2016;16(1):554. doi: [10.1186/s12885-016-2412-0](https://doi.org/10.1186/s12885-016-2412-0)
6. Министерство Здравоохранения Российской Федерации. Клинические рекомендации. Злокачественное новообразование ободочной кишки. [Электронный ресурс]. Рубрикатор клинических рекомендаций. URL: https://cr.minzdrav.gov.ru/schema/396_3 / Ministry of Health of the Russian Federation. Clinical recommendations. Colon cancer. [Electronic resource]. Rubricator of clinical recommendations. URL: https://cr.minzdrav.gov.ru/schema/396_3 (in Russ.).
7. Hohenberger W, Weber K, Matzel K, et al. Standardized surgery for colonic cancer: complete mesocolic excision and central ligation-technical notes and outcome. *Colorectal Dis*. 2009 May;11(4):354–64; discussion 364–5. doi: [10.1111/j.1463-1318.2008.01735.x](https://doi.org/10.1111/j.1463-1318.2008.01735.x) Epub 2009 Nov 5. PMID: 19016817;
8. Tejedor P, Francis N, Jayne D, et al. Consensus statements on complete mesocolic excision for right-sided colon cancer—technical steps and training implications. *Surg Endosc*. 2022;36:5595–5601. doi: [10.1007/s00464-021-08395-0](https://doi.org/10.1007/s00464-021-08395-0)
9. NCCN Clinical Practice Guidelines in Oncology (NCCN Guidelines) Colon Cancer Version 3.2023 — September 21, 2023. https://www.nccn.org/professionals/physician_gls/pdf/colon.pdf
10. Argilés G, Tabernero J, Labianca R, et al. ESMO Guidelines Committee. Localised colon cancer: ESMO Clinical Practice Guidelines for diagnosis, treatment and follow-up. *Ann Oncol*. 2020 Oct;31(10):1291–1305. doi: [10.1016/j.annonc.2020.06.022](https://doi.org/10.1016/j.annonc.2020.06.022) Epub 2020 Jul 20. PMID: 32702383
11. Benz S, Tannapfel A, Tam Y, et al. Proposal of a new classification system for complete mesocolic excision in right-sided colon

- cancer. *Tech Coloproctol*. 2019;23:251–257. doi: [10.1007/s10151-019-01949-4](https://doi.org/10.1007/s10151-019-01949-4)
12. Watanabe T, Itabashi M, Shimada Y, et al. Japanese Society for Cancer of the Colon and Rectum (JSCCR) Guidelines 2014 for treatment of colorectal cancer. *Int J Clin Oncol*. 2015;20:207–239. doi: [10.1007/s10147-015-0801-z](https://doi.org/10.1007/s10147-015-0801-z)
13. Sondenaa K, Quirke P, Hohenberger W, et al. The rationale behind complete mesocolic excision (CME) and a central vascular ligation for colon cancer in open and laparoscopic surgery: proceedings of a consensus conference. *Int J Colorectal Dis*. 2014;29:419–428. PMID: 24477788. doi: [10.1007/s00384-013-1818-2](https://doi.org/10.1007/s00384-013-1818-2)
14. Hashiguchi Y, Muro K, Saito Y, et al. Japanese Society for Cancer of the Colon and Rectum. Japanese Society for Cancer of the Colon and Rectum (JSCCR) guidelines 2019 for the treatment of colorectal cancer. *Int J Clin Oncol*. 2020;25(1):1–42. doi: [10.1007/s10147-019-01485-z](https://doi.org/10.1007/s10147-019-01485-z)
15. West NP, Hohenberger W, Weber K, et al. Complete mesocolic excision with central vascular ligation produces an oncologically superior specimen compared with standard surgery for carcinoma of the colon. *J Clin Oncol*. 2010;28:272–278 PMID: 19949013. doi: [10.1200/JCO.2009.24.1448](https://doi.org/10.1200/JCO.2009.24.1448)
16. Туктагулов Н.В., Сушков О.И., Муратов И.И., и соавт. Выбор объема лимфодиссекции при раке правой половины ободочной кишки (обзор литературы). *Колопроктология*. 2018;(3):84–93. doi: [10.33878/2073-7556-2018-0-3-84-93](https://doi.org/10.33878/2073-7556-2018-0-3-84-93) /Tuktagulov N.V., Sushkov O.I., Muratov I.I., et al. The choice of the volume of lymph node dissection in cancer of the right half of the colon (literature review). (review). *Koloproktologiya*. 2018;(3):84–93. (In Russ.). doi: [10.33878/2073-7556-2018-0-3-84-93](https://doi.org/10.33878/2073-7556-2018-0-3-84-93)
17. West NP, Kobayashi H, Takahashi K, et al. Understanding optimal colonic cancer surgery: comparison of Japanese D3 resection and European complete mesocolic excision with central vascular ligation. *J Clin Oncol*. 2012;30:1763–1769 [PMID: 22473170] doi: [10.1200/JCO.2011.38.3992](https://doi.org/10.1200/JCO.2011.38.3992)
18. Munkedal DLE, Rosenkilde M, Nielsen DT, et al. Radiological and pathological evaluation of the level of arterial division after colon cancer surgery. *Colorectal Dis*. 2017 Jul;19(7):0238–0245. doi: [10.1111/codi.13756](https://doi.org/10.1111/codi.13756) PMID: 28590033.
19. Kaye TL, West NP, Jayne DG, et al. CT assessment of right colonic arterial anatomy pre and post cancer resection — a potential marker for quality and extent of surgery? *Acta Radiol*. 2016 Apr;57(4):394–400. doi: [10.1177/0284185115583033](https://doi.org/10.1177/0284185115583033) Epub 2015 May 4. PMID: 25940063.
20. Kanemitsu Y, Komori K, Kimura K, et al. D3 Lymph Node Dissection in Right Hemicolectomy with a No-touch Isolation Technique in Patients With Colon Cancer. *Dis Colon Rectum*. 2013;56(7):815–24. doi: [10.1097/DCR.0b013e3182919093](https://doi.org/10.1097/DCR.0b013e3182919093)

21. Kotake K, Mizuguchi T, Moritani K, et al. Impact of D3 lymph node dissection on survival for patients with T3 and T4 colon cancer. *Int J Colorectal Dis.* 2014;29(7):847–52. doi: [10.1007/s00384-014-1885-z](https://doi.org/10.1007/s00384-014-1885-z)
22. Xu L, Su X, He Z, et al. RELARC Study Group. Short-term outcomes of complete mesocolic excision versus D2 dissection in patients undergoing laparoscopic colectomy for right colon cancer (RELARC): a randomised, controlled, phase 3, superiority trial. *Lancet Oncol.* 2021;22(3):391–401. doi: [10.1016/S1470-2045\(20\)30685-9](https://doi.org/10.1016/S1470-2045(20)30685-9)
23. Spasojevic M, Stimec BV, Dyrbakk AP, et al. Lymph node distribution in the d3 area of the right mesocolon: implications for an anatomically correct cancer resection. A postmortem study. *Dis Colon Rectum.* 2013;56(12):1381–7. doi: [10.1097/01.dcr.0000436279.18577.d3](https://doi.org/10.1097/01.dcr.0000436279.18577.d3)
24. Negoï I, Beuran M, Hostiuc S, et al. Surgical Anatomy of the Superior Mesenteric Vessels Related to Colon and Pancreatic Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sci Rep.* 2018 Mar 8;8(1):4184. doi: [10.1038/s41598-018-22641-x](https://doi.org/10.1038/s41598-018-22641-x) PMID: 29520096; PMCID: PMC5843657.
25. Munkedal DLE, Rosenkilde M, Nicholas P, et al. (2019) Routine CT scan one year after surgery can be used to estimate the level of central ligation in colon cancer surgery. *Acta Oncologica.* 58:4, 469–471, doi: [10.1080/0284186X.2019.1566770](https://doi.org/10.1080/0284186X.2019.1566770)
26. Spasojevic M, Stimec BV, Gronvold LBm, et al. The anatomical and surgical consequences of right colectomy for cancer. *Dis Colon Rectum.* 2011 Dec;54(12):1503–9. doi: [10.1097/DCR.0b013e318232116b](https://doi.org/10.1097/DCR.0b013e318232116b) PMID: 22067178
27. Livadaru C, Morarasu S, Frunza TC, et al. Post-operative computed tomography scan — reliable tool for quality assessment of complete mesocolic excision. *World J Gastrointest Oncol.* 2019 Mar 15;11(3):208–226. doi: [10.4251/wjgo.v11.i3.208](https://doi.org/10.4251/wjgo.v11.i3.208) PMID: 30918594; PMCID: PMC6425332.
28. Lygde KB, Eide GE, Liedenbaum MH, et al. Short and equal vascular stump length after standardized laparoscopic and open surgery with central lymphadenectomy for right-sided colon cancer. *Br J Surg.* 2024 Jan 3;111(1):znad410. doi: [10.1093/bjs/znad410](https://doi.org/10.1093/bjs/znad410) PMID: 38064678; PMCID: PMC10771266.
29. Livadaru C, Moscalu M, Ghitun FA, et al. Postoperative Quality Assessment Score Can Select Patients with High Risk for Locoregional Recurrence in Colon Cancer. *Diagnostics (Basel).* 2022 Feb 1;12(2):363. doi: [10.3390/diagnostics12020363](https://doi.org/10.3390/diagnostics12020363) PMID: 35204454; PMCID:
30. Bertelsen CA, Neuenschwander AU, Jansen JE, et al. Copenhagen Complete Mesocolic Excision Study (COMES); Danish Colorectal Cancer Group (DCCG). Short-term outcomes after complete mesocolic excision compared with ‘conventional’ colonic cancer surgery. *Br J Surg.* 2016;103:581–589. PMID: 26780563. doi: [10.1002/bjs.10083](https://doi.org/10.1002/bjs.10083)
31. Bertelsen CA. Complete mesocolic excision an assessment of feasibility and outcome. *Dan Med J.* 2017;64. PMID: 28157065.
32. Wang C, Gao Z, Shen K, et al. Safety, quality and effect of complete mesocolic excision vs non-complete mesocolic excision in patients with colon cancer: a systemic review and meta-analysis. *Colorectal Dis.* 2017;19:962–972. PMID: 28949060. doi: [10.1111/codi.13900](https://doi.org/10.1111/codi.13900)