

ISSN 1995-5464 (Print); ISSN 2408-9524 (Online)

<https://doi.org/10.16931/1995-5464.2024-3-133-139>

Особенности сосудистой анатомии при панкреатодуоденальной резекции

Котельников А.Г.¹, Ахметзянов Ф.Ш.^{2,3}, Егоров В.И.^{2,3*}

¹ ФГБУ “Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Блохина” Минздрава России; 115522, г. Москва, Каширское шоссе, д. 23, Российская Федерация

² ФГБОУ ВО “Казанский государственный медицинский университет” Минздрава России; 420021, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Бутлерова, д. 49, Российская Федерация

³ ГАУЗ “Республиканский клинический онкологический диспансер” Минздрава Республики Татарстан; 420029, Республика Татарстан, г. Казань, Сибирский тракт, д. 29, Российская Федерация

Сосудистая анатомия гепатопанкреатодуоденальной зоны имеет типичное строение примерно у 55–79% больных. У остальных сосудистая и, прежде всего, артериальная анатомия может варьировать как за счет различных вариантов ветвей, так и добавочных артерий. Безусловно, это создает трудности при планировании и выполнении панкреатодуоденальной резекции. Различные варианты сосудистой анатомии могут способствовать увеличению интраоперационной кровопотери, росту послеоперационных осложнений, изменению хода и объема операции, увеличению продолжительности пребывания в стационаре после операции. Современные методы диагностики, особенно КТ в режиме ангиографии, позволяют улучшить планирование хода операции, уменьшить риск непредвиденных ситуаций, связанных с перевязкой или повреждением артериальных сосудов, которые подлежат сохранению во время операций. В работе проведен анализ исследований, посвященных топографии артериальных сосудов в зоне панкреатодуоденальной резекции. Рассмотрены вопросы вариантной анатомии как магистральных сосудов, так и панкреатических. Сделан акцент на возможном влиянии вариантов строения сосудистой сети на ход и объем операции, риск интраоперационных и послеоперационных осложнений.

Ключевые слова: поджелудочная железа; панкреатодуоденальная резекция; дорсальная панкреатическая артерия; сосудистая анатомия; рак головки поджелудочной железы; панкреатическая фистула; культя поджелудочной железы

Ссылка для цитирования: Котельников А.Г., Ахметзянов Ф.Ш., Егоров В.И. Особенности сосудистой анатомии при панкреатодуоденальной резекции. *Анналы хирургической гепатологии*. 2024; 29 (3): 133–139. <https://doi.org/10.16931/1995-5464.2024-3-133-139>

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Features of vascular anatomy in pancreaticoduodenal resection

Kotelnikov A.G.¹, Akhmetzyanov F.Sh.^{2,3}, Egorov V.I.^{2,3*}

¹ N.N. Blokhin National Medical Research Center of Oncology of the Ministry of Health of the Russian Federation; 23, Kashirskoe highway, Moscow, 115522, Russian Federation

² Kazan State Medical University; 49, Butlerov str., Kazan, 420000, Russian Federation

³ Republican Clinical Oncology Dispensary; 29, Sibirskij trakt, Kazan, 420029, Russian Federation

In about 55–79% of patients, the vascular anatomy of the hepatic-pancreaticoduodenal area is characterized by a typical structure. In the rest of patients, the vascular and, primarily, arterial anatomy may vary due to both different variants of branches and additional arteries. Undoubtedly, this creates difficulties in surgical planning and performing pancreaticoduodenal resection. Vascular anatomic variations may contribute to increased intraoperative blood loss, postoperative complications, changes in the course and volume of surgery, and increased duration of hospital stay after surgery. Modern diagnostic methods, CT angiography in particular, facilitate the process of surgical planning and reduce the risk of unforeseen situations related to ligation or damage of arterial vessels, which are to be preserved during operations. In this work, we carry out a review of publications on the topography of arterial vessels in the area of pancreaticoduodenal resection. The issues related to anatomical variations in both trunk and pancreatic vessels are considered. Special attention is paid to the possible influence of variations in the vascular network structure on the course and volume of surgery, as well as the risk of intraoperative and postoperative complications.

Keywords: *pancreas; pancreaticoduodenal resection; dorsal pancreatic artery; vascular anatomy; pancreatic head cancer; pancreatic fistula; pancreatic stump*

For citation: Kotelnikov A.G., Akhmetzyanov F.Sh., Egorov V.I. Features of vascular anatomy in pancreaticoduodenal resection. *Annaly khirurgicheskoy gepatologii = Annals of HPB surgery*. 2024; 29 (3): 133–139. <https://doi.org/10.16931/1995-5464.2024-3-133-139> (In Russian)

The authors declare no conflict of interest.

● Введение

Одним из важнейших моментов при выполнении панкреатодуоденальной резекции (ПДР) является вариабельная анатомия сосудов чревного ствола, верхней брыжеечной артерии (ВБА) и их ветвей, которые в той или иной степени участвуют в кровоснабжении поджелудочной железы (ПЖ) [1]. Известно, что адекватное кровоснабжение культи ПЖ – один из определяющих факторов состоятельности панкреатодигестивного анастомоза и профилактики послеоперационного панкреатического свища (ПС) [2]. Знание варианта сосудистой анатомии пациента позволяет значительно облегчить выполнение оперативного вмешательства и предупредить осложнения [3].

Существует 2 способа определения анатомического строения сосудов: предоперационный и интраоперационный. Достаточно точным и доступным дооперационным методом диагностики является КТ-ангиография, позволяющая получать изображения даже мелких сосудов в паренхиме органа, которые довольно трудно рассмотреть при МРТ [4]. Интраоперационное определение вариантов сосудистой анатомии остается актуальным даже при наличии и доступности инструментальных методов ввиду редких ситуаций, когда технически не удастся рассмотреть замещающий или добавочный сосуд [5]. Кроме того, независимо от картины сосудистой анатомии, полученной на дооперационном этапе на основе КТ, выделение магистральных

сосудов и их ветвей во время мобилизации панкреатодуоденального комплекса всегда следует выполнять “на глаз”. При сравнении данных предоперационной КТ с интраоперационными данными было показано, что частота выявления замещающих артерий составила 51% у хирургов и 29% у лучевых диагностов [6]. Это свидетельствует об актуальности и необходимости знаний о вариантах анатомии сосудов гепатопанкреатодуоденальной зоны для повышения безопасности операции.

Цель работы – изучение вариантов сосудистой анатомии гепатопанкреатодуоденальной зоны на основе обзора исследований и выявление так называемых критических точек в топографии сосудов при планировании и проведении ПДР.

Вариабельность магистральных артерий

Ветви чревного ствола и ВБА являются основными магистральными сосудами, через которые осуществляется кровоснабжение ПЖ и в проекции которых осуществляют регионарную лимфо- и нейродиссекцию во время ПДР [7]. Типичное анатомическое расположение и ветвление этих сосудов отмечают у 55–79% пациентов, в остальных наблюдениях выявляют различные варианты [2, 8]. Эталонная классификация вариантов артериальной топографии была предложена N. Michels, который выделил 10 типов расположения артерий рассматриваемой зоны (табли-

Таблица. Классификация N. Michels

Table. Classification by N. Michels

Тип	Описание	Частота, %
1	Типичное отхождение и ветвление ОПА	55
2	Замещающая ЛПА от ЛЖА, ОПА делится на ЖДА и ППА	10
3	Замещающая ППА от ВБА, ОПА делится на ЖДА и ЛПА	11
4	Замещающая ЛПА от ЛЖА и замещающая ППА от ВБА	1
5	Добавочная ЛПА от ЛЖА, ЛПА и ППА от СПА	8
6	Добавочная ППА от ВБА; ППА и ЛПА от СПА	7
7	Добавочная ЛПА от ЛЖА, добавочная ППА от ВБА, ЛПА и ППА от СПА	1
8	Замещающая ЛПА от ЛЖА; добавочная ППА от ВБА или добавочная ЛПА от ЛЖА; замещающая ППА от ВБА	2
9	ОПА от ВБА; от ЧС – ЛЖА и СА	4,5
10	ОПА от ЛЖА	0,5

Примечание. ЧС – чревный ствол, ОПА – общая печеночная артерия, СПА – собственная печеночная артерия, ППА – правая печеночная артерия, ЛПА – левая печеночная артерия, ЖДА – желудочно-двенадцатиперстная артерия, ЛЖА – левая желудочная артерия, СА – селезеночная артерия.

ца) [9]. Наиболее часто встречающиеся варианты анатомии сосудов чревного ствола — это типы 2 и 3 по N. Michels [10, 11]. Результаты обзора [12] подтверждают эти данные по распространенности. Помимо этих вариантов, с частотой 0,8–8% и 2–7,6% выявляли добавочную правую печеночную артерию (ППА) и стеноз чревного ствола.

Как уже было показано, существуют 2 основные группы вариантов анатомического строения артерий: замещающие артерии, имеющие отличный от типичного источник, и добавочные. Замещающие артерии потенциально могут усложнить их выделение и таким образом увеличить время операции. Нетипичная топографическая анатомия сосуда увеличивает риск интраоперационного кровотечения. В исследовании [10] у 42 из 202 пациентов было выявлено нетипичное сосудистое строение чревного ствола и ВБА, что оказалось значимым predisposing фактором интраоперационного кровотечения ($p = 0,026$). Высокую точность предоперационного определения замещающей ППА также имеет КТ [13]. Считают, что замещающая ППА увеличивает риск интраоперационного кровотечения, продолжительности послеоперационного госпитального периода, но не влияет на отдаленные результаты и выживаемость пациентов [14]. Последнее особенно актуально, поскольку еще в 70-х и даже 80-х годах XX века превалировало мнение, что, располагаясь позади головки ПЖ, пораженной опухолью, замещающая ППА рано вовлекается в опухоль и не позволяет выполнить условно-радикальную операцию, то есть является противопоказанием к хирургическому лечению.

Одним из более редких вариантов является отхождение собственной печеночной артерии от ВБА, во многих источниках такой сосуд называют “печеночно-брыжеечный ствол” [15].

Обнаружение и лигирование желудочно-двенадцатиперстной артерии (ЖДА) — один из основных этапов ПДР. Артерия в норме отходит от общей печеночной артерии (ОПА) на 1–2 см выше начальной порции двенадцатиперстной кишки. Крайне редко выявляют замещающую ЖДА, отходящую от ВБА или от замещающей ОПА [16].

Вариабельность панкреатических сосудов

В зависимости от кровоснабжаемой зоны сосуды ПЖ разделяют на цефалоцервикальные и корпорокаудальные, которые анастомозируют между собой [2]. Местом анастомозирования этих сосудов является область шейки ПЖ, и при пересечении ПЖ в этой области, кпереди от места соединения селезеночной артерии (СА) и верхней брыжеечной вены, край резекции в культе может оказаться в зоне критической ишемии, что значительно увеличивает риск не-

состоятельности панкреатодигестивного анастомоза и ПС [17].

Анатомия сосудов, непосредственно кровоснабжающих паренхиму ПЖ, является вариабельной [2, 18, 19]. Классический вариант отхождения панкреатических сосудов и характер их анастомозирования между собой выявляют не более чем в 70% наблюдений [20, 21]. При этом не описанные в Международной анатомической номенклатуре дополнительные сосуды диагностируют с частотой до 60% [2]. Согласно этой номенклатуре, выделены постоянно встречающиеся артерии головки ПЖ: ЖДА, верхние и нижние поджелудочно-двенадцатиперстные артерии (ПДА). Непостоянные артерии — артерии головки и так называемой шейки ПЖ [22]. Все эти артерии участвуют в формировании различных анастомозов как между собой, так и между сосудами левых отделов ПЖ [2].

Верхние передние и задние ПДА практически всегда отходят от ЖДА, за крайне редким исключением [2, 23]. Нижняя ПДА чаще берет начало одним стволом от ВБА, иногда, в 7,8–43,5% случаев, может отходить от первой тощекишечной артерии. В 15–58% наблюдений нижняя передняя и задняя ПДА могут отходить раздельно [20]. Артерии головки и шейки ПЖ в большинстве наблюдений берут начало от конечных отделов ЖДА, реже — от верхней передней ПДА. Указанные артерии анастомозируют с правой ветвью дорсальной панкреатической артерии (ДПА) у нижнего края ПЖ [21].

Исследователи полагают, что кровоснабжение каждой дольки ПЖ осуществляет одна концевая артериола. Малейшие нарушения кровоснабжения могут повлечь развитие ишемии и некроза ткани, с последующими грозными осложнениями [17]. Перфузия ПЖ и уровень кровоснабжения имеют прямую корреляцию с плотностью паренхимы ПЖ — чем мягче железа, тем активнее она кровоснабжается и функционирует и в то же время более подвержена ишемии при нарушении васкуляризации [24].

Для ПДР основополагающим является знание сосудистого строения корпорокаудальной зоны, поскольку именно за счет этих сосудов в дальнейшем будет снабжаться кровью культя ПЖ и от них будет зависеть риск развития осложнений со стороны культи ПЖ [2, 25]. Выделяют следующие основные артерии, роль которых является определяющей в кровоснабжении этой зоны ПЖ: большая панкреатическая артерия (БПА), ДПА, нижняя панкреатическая артерия (НПА) и длинная панкреатическая артерия [26].

Ключевой артерией, анатомию которой важно учитывать при ПДР, является ДПА. Она встречается в 58–100% наблюдений [25–27]. Наиболее часто этот сосуд отходит от СА — в 32–72% наблюдений [2,20]. Реже ДПА может отхо-

дить от ПА, ВБА и чревного ствола [25]. ДПА направляется кпереди от селезеночной вены по задней поверхности ПЖ и делится на правую и левую ветви, образующие по нижнему краю ПЖ продольную артериальную сеть, доходящую до ее хвоста [28]. Правые ветви анастомозируют с ветвями сосудов головки ПЖ [29].

А.Г. Кригером и соавт. было показано, что отхождение ДПА от СА является благоприятным фактором для профилактики ПС, поскольку ее повреждение и пересечение при ПДР маловероятны и сохраняется достаточное кровоснабжение культи ПЖ. Если ДПА являлась ветвью не СА, отмечено достоверное ($p < 0,05$) увеличение частоты ПС вследствие частого пересечения артерии при мобилизации головки ПЖ с последующим ухудшением васкуляризации культи ПЖ. В таких ситуациях авторы считают оправданным расширять объем резекции ПЖ для уменьшения зоны ишемии культи ПЖ [2].

Важность знания анатомии ДПА особенно возрастает при ПДР, выполняемых лапароскопически или робот-ассистированным способом, поскольку 30% всех конверсий по причине неконтролируемого кровотечения происходят вследствие повреждения этого сосуда, особенно когда местом отхождения ДПА является не селезеночная, а иная артерия [30]. Описаны наблюдения, в которых ДПА была представлена несколькими отдельными стволами, частота таких вариантов составляет 1–18% [30–32].

Другим важным сосудом корпорокаудальной зоны является БПА, иногда называемая поперечной панкреатической артерией. Ее выявляют в 72–100% наблюдений [20, 33]. Как правило, БПА является ветвью СА, располагается позади железы и делится на правую ветвь, которая анастомозирует с ДПА, и левую ветвь к нижнему краю ПЖ в сторону хвоста [20].

НПА обнаруживают в 63% наблюдений, обычно она отходит от ВБА [34, 35]. Ряд авторов на основании проведенного исследования пришли к выводу, что так называемая НПА является на самом деле ДПА, когда вариантом отхождения последней является ВБА или ОПА (при варианте отхождения от верхней брыжеечной). Такой вывод сделан ими ввиду того, что характер ветвления этой артерии и зоны ее кровоснабжения полностью соответствуют ДПА и что НПА выявляли именно тогда, когда не обнаруживали ДПА [34].

С учетом характера кровоснабжения ПЖ ПДР необходимо выполнять таким образом, чтобы оставшиеся ткани сохраняли адекватную васкуляризацию. Считают, что увеличение объема резекции ПЖ при ПДР приводит к сохранению адекватного кровоснабжения культи органа, тем самым уменьшается риск послеоперационного панкреатита [36].

● Заключение

Проведенный анализ исследований показывает, что сосудистая анатомия в зоне ПЖ весьма вариабельна, и это касается как магистральных, так и панкреатических сосудов. Варианты отхождения артерий и их анастомозирования между собой многочисленны и сложны, что подтверждено многими авторами [2, 20, 30–32, 37]. Предоперационная и интраоперационная диагностика сосудистой анатомии играет важную роль в планировании и выполнении ПДР и лежит в основе профилактики осложнений как во время операции, так и после нее [30]. С точки зрения безопасности можно выделить следующие важные аспекты, на которые необходимо опираться при планировании и выполнении ПДР.

1. Обязательное установление варианта анатомии печеночных сосудов по N. Michels. Это имеет особое значение, когда предстоит операция после перенесенных хирургических вмешательств, что может значительно усложнить интраоперационную навигацию по сосудам.

2. Диагностическая ценность КТ при определении замещающих и дополнительных сосудов успешно конкурирует с их выявлением во время операции. По данным метаанализа, нет существенной разницы между рентгенологической и клинко-анатомической диагностикой сосудов [25]. Важно понимать: дооперационная инструментальная и клиническая оценки сосудистой анатомии во время операции не заменяют, а дополняют друг друга.

3. Определение места отхождения ДПА является крайне желательным в предупреждении ишемии культи ПЖ. Эта артерия оказывается на пути хирурга среди сосудов корпорокаудальной зоны при мобилизации головки ПЖ, что создает высокий риск ее повреждения, особенно при лапароскопических и робот-ассистированных вмешательствах. Отхождение ДПА от СА является благоприятным фактором для предупреждения послеоперационного ПС. Отхождение ДПА от других сосудов увеличивает риск ее перевязки, клипирования или повреждения и, как следствие, деваскуляризации проксимального отдела культи ПЖ с дальнейшими последствиями.

4. Когда ОПА берет начало от ВБА, необходимо помнить о том, что в таких ситуациях ДПА чаще отходит от них, а не от СА. Это важно учитывать, чтобы не повредить ДПА при мобилизации, а при необходимости ее перевязки — выполнять резекцию ПЖ в более дистальном направлении.

5. Если кровоснабжение культи ПЖ оказывается недостаточным после пересечения ПЖ (отсутствие пульсирующего кровотока), правомочно выполнить резекцию ПЖ.

Соблюдение онкологических принципов — мобилизация удаляемого комплекса “от сосуда”, острым путем, скелетирование артерий и вен со

смещением их фасциально-клетчаточных футляров, содержащих лимфатические сосуды, лимфатические узлы, нервы, нервные ганглии, в сторону мобилизуемого органокомплекса — наилучшим образом обеспечивает не только профилактику локорегионарного рецидива, но и безопасное выполнение самой операции. Визуальная оценка сосудистой анатомии — условие сохранения адекватного кровообращения в органах, структурах и тканях [38].

Участие авторов

Котельников А.Г. — редактирование статьи, утверждение окончательного варианта.

Ахметзянов Ф.Ш. — концепция и дизайн исследования, редактирование статьи.

Егоров В.И. — сбор и обработка материала, написание текста статьи.

Authors contributions

Kotelnikov A.G. — editing, approval of the final version of the article.

Akhmetzyanov F.Sh. — concept and design of the study, editing.

Egorov V.I. — collection and analysis of material, writing text.

Список литературы [References]

1. Sugiyama M., Suzuki Y., Nakazato T., Yokoyama M., Kogure M., Matsuki R., Abe N. Vascular anatomy of mesopancreas in pancreatoduodenectomy using an intestinal derotation procedure. *World J. Surg.* 2020; 44 (10): 3441–3448. <https://doi.org/10.1007/s00268-020-05605-z>
2. 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. Kriger A.G., Pronin N.A., Dvukhzhilov M.V., Gorin D.S., Pavlov A.V., Karmazonovsky 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)
3. Nakata K., Higuchi R., Ikenaga N., Sakuma L., Ban D., Nagakawa Y., Yamamoto M. Precision anatomy for safe approach to pancreatoduodenectomy for both open and minimally invasive procedure: a systematic review. *J. Hepatobiliary Pancreat. Sci.* 2022; 29 (1): 99–113. <https://doi.org/10.1002/jhbp.901>
4. Winston C.B., Lee N.A., Jarnagin W.R., Teitcher J., DeMatteo R.P., Fong Y. CT angiography for delineation of celiac and superior mesenteric artery variants in patients undergoing hepatobiliary and pancreatic surgery. *Am. J. Roentgenol.* 2007; 189 (1): W13–19. <https://doi.org/10.2214/AJR.04.1374>
5. Swami A., Yadav T., Varshney V.K., Sreesanth K.S., Dixit S.G. Hepatic arterial variations and its implication during pancreatic cancer surgeries. *J. Gastrointest. Cancer*. 2021; 52 (2): 462–470. <https://doi.org/10.1007/s12029-021-00598-x>
6. Turrini O., Wiebke E.A., Delpero J.R., Viret F., Lillemoe K.D., Schmidt C.M. Preservation of replaced or accessory right hepatic artery during pancreatoduodenectomy for adenocarcinoma: impact on margin status and survival. *J. Gastrointest. Surg.* 2010; 14 (11): 1813–1819. <https://doi.org/10.1007/s11605-010-1272-1>
7. Mazzola M., Giani A., Bertoglio C.L., Carnevali P., De Martini P., Benedetti A., Ferrari G. Standardized right artery first approach during laparoscopic pancreaticoduodenectomy for periampullary neoplasms: technical aspects and perioperative outcomes. *Surg. Endosc.* 2023; 37 (1): 759–765. <https://doi.org/10.1007/s00464-022-09494-2>
8. Koops A., Wojciechowski B., Broering D.C., Adam G., Krupski-Berdien G. Anatomic variations of the hepatic arteries in 604 selective celiac and superior mesenteric angiographies. *Surg. Radiol. Anat.* 2004; 26 (3): 239–244. <https://doi.org/10.1007/s00276-004-0229-z>
9. Michels N.A. Variational anatomy of the hepatic, cystic, and retroduodenal arteries: a statistical analysis of their origin, distribution, and relations to the biliary ducts in two hundred bodies. *AMA Arch. Surg.* 1953; 66 (1): 20–34.
10. Mansour S., Damouny M., Obeid M., Farah A., Halloun K., Marjiyeh R., Ghalia J., Kluger Y., Khuri S. Impact of vascular anomalies on pancreatoduodenectomy procedure. *J. Clin. Med. Res.* 2021; 13 (3): 158–163. <https://doi.org/10.14740/jocmr4455>
11. Michels N.A. Newer anatomy of the liver and its variant blood supply and collateral circulation. *Am. J. Surg.* 1966; 112 (3): 337–347. [https://doi.org/10.1016/0002-9610\(66\)90201-7](https://doi.org/10.1016/0002-9610(66)90201-7)
12. Shukla P.J., Barreto S.G., Kulkarni A., Nagarajan G., Fingerhut A. Vascular anomalies encountered during pancreatoduodenectomy: do they influence outcomes? *Ann. Surg. Oncol.* 2010; 17 (1): 186–193. doi: 10.1245/s10434-009-0757-1
13. Yang F., Di Y., Li J., Wang X.Y., Yao L., Hao S.J., Jiang Y.J., Jin C., Fu D.L. Accuracy of routine multidetector computed tomography to identify arterial variants in patients scheduled for pancreatoduodenectomy. *World J. Gastroenterol.* 2015; 21 (3): 969–976. <https://doi.org/10.3748/wjg.v21.i3.969>
14. Crocetti D., Sapienza P., Ossola P., Tarallo M., Cavallaro G., Serra R., Grande R., Mingoli A., Fiori E., De Toma G. Does aberrant right hepatic artery influence the surgical short- and long-term outcome of pancreatoduodenectomy? *In Vivo*. 2019; 33 (4): 1285–1292. <https://doi.org/10.21873/invivo.11601>
15. Kardile P.B., Ughade J.M., Ughade M.N., Dhende A., Ali S.S. Anomalous origin of the hepatic artery from the hepatomesenteric trunk. *J. Clin. Diagn. Res.* 2013; 7 (2): 386–388. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2013/5304.2778>
16. Appanraj P., Mathew A.P., Kandasamy D., Venugopal M. CT reporting of relevant vascular variations and its implication in pancreatoduodenectomy. *Abdom. Radiol. (NY)*. 2021; 46 (8): 3935–3945. <https://doi.org/10.1007/s00261-021-02983-3>
17. Двухжилов М.В., Сташкив В., Стручков В.Ю. Влияние артериальной анатомии поджелудочной железы на развитие послеоперационных осложнений после панкреатодуоденальной резекции. *Молодежный инновационный вестник*. 2022; 11 (2): 41–46. Dvukhzhilov M.V., Stashkiv V., Struchkov V.Yu. Influence of arterial anatomy of the pancreas on the development of postoperative complications after pancreatoduodenectomy. *Molodezhnyj innovacionnyj vestnik = Youth innovation newsletter*. 2022; 11 (2): 41–46. (In Russian)
18. Toya K., Tomimaru Y., Kobayashi S., Sasaki K., Iwagami Y., Yamada D., Eguchi H. Investigation of the variation of vessels around the pancreatic head based on the first jejunal vein anatomy at pancreatoduodenectomy. *Langenbecks Arch. Surg.* 2023; 408 (1): 340. <https://doi.org/10.1007/s00423-023-03056-3>
19. Yamamoto J., Kudo H., Kyoden Y., Ajiro Y., Hiyoshi M., Okuno T., Yoshimi F. An anatomical review of various superior mesenteric artery-first approaches during pancreatoduoden-

- ectomy for pancreatic cancer. *Surg. Today*. 2021; 51 (6): 872–879. <https://doi.org/10.1007/s00595-020-02150-z>
20. Акстилович И.Ч., Жук И.Г. Вариантная анатомия артерий поджелудочной железы человека. Журнал Гродненского государственного медицинского университета. 2008; 2 (22): 92–97.
Akstilovich I.Ch., Zhuk I.G. Alternative anatomy of the human pancreas arteries. *Journal of Grodno State Medical University*. 2008; 2 (22): 92–97. (In Russian)
 21. Пронин Н.А., Павлов А.В., Секисова Е.В., Лазутина Г.С., Овчинникова Н.В., Иванов М.И. Клиническая и вариантная анатомия кровоснабжения тела и хвоста поджелудочной железы человека. Журнал анатомии и гистопатологии. 2021; 10 (3): 68–74. <https://doi.org/10.18499/2225-7357-2021-10-3-68-74>
Pronin N.A., Pavlov A.V., Sekisova E.V., Lazutina G.S., Ovchinnikova N.V., Ivanov M.I. Clinical and variant anatomy of the blood supply to the body and tail of the human pancreas. *Journal of Anatomy and Histopathology*. 2021; 10 (3): 68–74. <https://doi.org/10.18499/2225-7357-2021-10-3-68-74> (In Russian)
 22. Акстилович И.Ч. Артерии головки поджелудочной железы человека. Вестник Витебского государственного медицинского университета. 2009; 8 (4): 13–20.
Akstilovich I.Ch. Arteries of the head of the human pancreas. *Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo medicinskogo universiteta = Bulletin of Vitebsk State Medical University*. 2009; 8 (4): 13–20. (In Russian)
 23. Toda T., Kanemoto H., Tokuda S., Takagi A., Oba N. Pancreaticoduodenectomy preserving aberrant gastroduodenal artery utilized in a previous coronary artery bypass grafting: a case report and review of literature. *Medicine*. 2021; 100 (48). <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000027788>
 24. Трофимова Т.Н., Великова М.Я., Яковлева Д.М., Друзина М.М. КТ-перфузия и МР-эластография поджелудочной железы в прогнозировании риска развития панкреатической фистулы после панкреатодуоденальной резекции. Лучевая диагностика и терапия. 2020; 11 (4): 80–86. <https://doi.org/10.22328/2079-5343-2020-11-4-80-86>
Trofimova T.N., Belikova M.Ya., Yakovleva D.M., Druzina M.M. CT perfusion and MR-elastography of the pancreas in predicting the risk of pancreatic fistula after pancreatoduodenectomy. *Diagnostic radiology and radiotherapy*. 2020; 11 (4): 80–86. (In Russian)
 25. Rousek M., Whitley A., Kachlik D., Balko J., Zaruba P., Belbl M., Pohnán R. The dorsal pancreatic artery: a meta-analysis with clinical correlations. *Pancreatolgy*. 2022; 22 (2): 325–332. <https://doi.org/10.1016/j.pan.2022.02.002>
 26. Tatsuoka T., Noie T., Noro T., Nakata M., Yamada H., Harihara Y. Dorsal pancreatic artery – a study of its detailed anatomy for safe pancreaticoduodenectomy. *Ind. J. Surg*. 2021; 83 (1): 144–149. <https://doi.org/10.1007/s12262-020-02255-2>
 27. Jiang C.Y., Liang Y., Chen Y.T., Dai Z.S., Wang W. The anatomical features of dorsal pancreatic artery in the pancreatic head and its clinical significance in laparoscopic pancreatoduodenectomy. *Surg. Endosc*. 2021; 35 (2): 569–575. <https://doi.org/10.1007/s00464-020-07417-7>
 28. Bertelli E., Di Gregorio F., Mosca S., Bastianini A. The arterial blood supply of the pancreas: a review. V. The dorsal pancreatic artery. An anatomic review and a radiologic study. *Surg. Radiol. Anat*. 1998; 20 (6): 445–452. <https://doi.org/10.1007/BF01653138>
 29. Kumar K.H., Garg S., Yadav T.D., Sahni D., Singh H., Singh R. Anatomy of peripancreatic arteries and pancreaticoduodenal arterial arcades in the human pancreas: a cadaveric study. *Surg. Radiol. Anat*. 2021; 43 (3): 367–375. <https://doi.org/10.1007/s00276-020-02632-2>
 30. Zhang W., Wang K., Liu S., Wang Y., Liu K., Meng L., Liu Y. A single-center clinical study of hepatic artery variations in laparoscopic pancreaticoduodenectomy: a retrospective analysis of data from 218 cases. *Medicine*. 2020; 99 (21): e20403. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000020403>
 31. Ishigaki S., Itoh S., Satake H., Ota T., Ishigaki T. CT depiction of small arteries in the pancreatic head: assessment using coronal reformatted images with 16-channel multislice CT. *Abdom. Imag*. 2007; 32 (2): 215–223. <https://doi.org/10.1007/s00261-006-9042-y>
 32. Sakaguchi T., Suzuki S., Inaba K., Takehara Y., Nasu H., Konno H. Peripancreatic arterial anatomy analyzed by 3-dimensional multidetector-row computed tomography. *Hepato-Gastroenterology*. 2012; 59 (118): 1986–1989. <https://doi.org/10.5754/hge11787>
 33. Lunetta P., Penttilä A., Salovaara R., Sajantila A. Sudden death due to rupture of the arteria pancreatica magna: a complication of an immature pseudocyst in chronic pancreatitis. *Int. J. Legal. Med*. 2002; 116 (1): 43–46. <https://doi.org/10.1007/s004140100247>
 34. Пронин Н.А., Павлов А.В. Вариантная анатомия сосудистого русла тела поджелудочной железы. Достижения и инновации в современной морфологии. 2016; 2: 104–107.
Pronin N.A., Pavlov A.V. Anatomical variations of the vascular bed of the pancreatic body. *Dostizheniya i innovacii v sovremennoj morfologii = Achievements and innovations in modern morphology*. 2016; 2: 104–107. (In Russian)
 35. Bertelli E., Di Gregorio F., Bertelli L., Civeli L., Mosca S. The arterial blood supply of the pancreas: a review. III. The inferior pancreaticoduodenal artery. An anatomical review and a radiological study. *Surg. Radiol. Anat*. 1996; 18 (2): 67–74. <https://doi.org/10.1007/BF01795221>
 36. Солодкий В.А., Кригер А.Г., Горин Д.С., Двухжилов М.В., Ахаладзе Г.Г., Гончаров С.В., Пантелеев В.И., Шуинова Е.А. Панкреатодуоденальная резекция – результаты и перспективы (двухцентровое исследование). Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. 2023; 5: 13–21. <https://doi.org/10.17116/hirurgia202305113>
Solodkiy V.A., Kriger A.G., Gorin D.S., Dvukhzhilov M.V., Akhaladze G.G., Goncharov S.V., Pantelev V.I., Shuinova E.A. Pancreaticoduodenectomy – results and prospects (two-center study). *Khirurgiya. Zhurnal im. N.I. Pirogova = Pirogov Russian Journal of Surgery*. 2023; 5: 13–21. <https://doi.org/10.17116/hirurgia202305113> (In Russian)
 37. Malviya K.K., Verma A. Importance of anatomical variation of the hepatic artery for complicated liver and pancreatic surgeries: a review emphasizing origin and branching. *Diagnostics*. 2023; 13 (7): 1233. <https://doi.org/10.3390/diagnostics13071233>
 38. Ironside N., Barreto S.G., Loveday B., Shrikhande S.V., Windsor J.A., Pandanaboyana S. Meta-analysis of an artery-first approach versus standard pancreatoduodenectomy on peri-operative outcomes and survival. *Br. J. Surg*. 2018; 105 (6): 628–636. <https://doi.org/10.1002/bjs.10832>

Сведения об авторах [Authors info]

Котельников Алексей Геннадьевич — доктор мед. наук, профессор, ведущий научный сотрудник отделения абдоминальной онкологии №2 (опухолей гепатопанкреатобилиарной зоны) ФГБУ “НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина” Минздрава России. <https://orcid.org/0000-0002-2811-0549>. E-mail: kotelnikovag@mail.ru

Ахметзянов Фоат Шайхутдинович — заведующий кафедрой онкологии, лучевой диагностики и лучевой терапии ФГБОУ ВО “Казанский государственный медицинский университет” Минздрава России, руководитель хирургической клиники лечебно-диагностического корпуса №2 ГАУЗ “Республиканский клинический онкологический диспансер” МЗ РТ. <https://orcid.org/0000-0002-4516-1997>. E-mail: akhmetzyanov@mail.ru

Егоров Василий Иванович — канд. мед. наук, ассистент кафедры онкологии, лучевой диагностики и лучевой терапии ФГБОУ ВО “Казанский государственный медицинский университет” Минздрава России, врач-онколог онкологического отделения ГАУЗ “Республиканский клинический онкологический диспансер” МЗ РТ. <https://orcid.org/0000-0002-6603-1390>. E-mail: drvasiliy21@gmail.com

Для корреспонденции *: Егоров Василий Иванович — e-mail: drvasiliy21@gmail.com

Aleksey G. Kotelnikov — Doct. of Sci. (Med.), Professor, Leading Researcher, Department of Abdominal Oncology No. 2 (Hepatopancreaticobiliary Tumors), N.N. Blokhin National Medical Research Center of Oncology of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation. <https://orcid.org/0000-0002-2811-0549>. E-mail: kotelnikovag@mail.ru

Foat Sh. Akhmetzyanov — Doct. of Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Oncology, Radiation Diagnostics, and Radiation Therapy; Head of the Surgical Clinic of the Medical and Diagnostic Facility No. 2, Kazan State Medical University; Republican Clinical Oncology Dispensary. <https://orcid.org/0000-0002-4516-1997>. E-mail: akhmetzyanov@mail.ru

Vasiliy I. Egorov — Cand. of Sci. (Med.), Research Assistant, Department of Oncology, Radiation Diagnostics, and Radiation Therapy; oncologist at the Oncology Department, Kazan State Medical University, Republican Clinical Oncology Dispensary. <https://orcid.org/0000-0002-6603-1390>. E-mail: drvasiliy21@gmail.com

For correspondence *: Vasiliy I. Egorov — e-mail: drvasiliy21@gmail.com

Статья поступила в редакцию журнала 14.03.2024.
Received 14 March 2024.

Принята к публикации 25.06.2024.
Accepted for publication 25 June 2024.