

Реконструкция кровотока при различных анатомических вариантах строения воротной вены при трансплантации правой доли печени от живого донора

С.Э. Восканян, И.Ю. Колышев[✉], А.Н. Башков, А.И. Артемьев, В.С. Рудаков, М.В. Шабалин, М.В. Попов, А.И. Сушков, Г.В. Вохмянин

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России,
123098, Россия, Москва, ул. Маршала Новикова, д. 23

[✉]Автор, ответственный за переписку: Илья Юрьевич Колышев, канд. мед. наук, заведующий хирургическим отделением № 1 Центра новых хирургических технологий ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, diffdiagnoz@mail.ru

Аннотация

Актуальность. Адекватное восстановление кровотока по воротной вене в трансплантате возможно только при четком понимании ее анатомии у донора.

Цель. Описать новые и дополнить имеющиеся сведения об анатомических особенностях строения воротной вены у донора правой доли печени, описать варианты и сформулировать принципы портальной реконструкции при трансплантации правой доли печени от живого донора.

Материал и методы. В ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна с 2009 по 2021 год проведено 306 трансплантаций печени от живого родственного донора. Проанализирована сосудистая анатомия 518 потенциальных доноров. Произведена оценка распространенности вариантов анатомии воротной вены правой доли печени у потенциальных доноров.

Результаты. Были выделены 9 типов и 3 подтипа ветвления воротной вены. Типы А, В, С, D, Е соответствуют описанным ранее в классификации Nakatiga типам. Подтипы В1, В2 и D1 являются детализацией типов В и D. Типы F, G, H, I были описаны дополнительно. Частота наблюдения типов и подтипов, при которых была выполнена реконструкция, составила: тип А (82%), В (4,6%), В1 (3,9%), В2 (1,3%), С (3,9%), D (3,9%). Частота наблюдения у 518 потенциальных доноров типов E, G, H, I составила соответственно 0,4%, 0,6%, 0,2%, 0,4%. Число осложнений у реципиентов со стороны системы воротной вены составило 12 наблюдений (3,9%), из них 3 (25%) класс 3b по Clavien–Dindo и 9 (75%) класса 2 по Clavien–Dindo. Частота осложнений со стороны системы воротной вены также не имела связи с типом реконструкции воротной вены ($p < 0,05$). Не было зарегистрировано осложнений со стороны воротной вены у доноров.

Выводы. Была дополнена и детализирована существующая классификация воротной вены донора правой доли печени. Для каждого типа предложен свой способ сосудистой реконструкции. Выделены анатомические типы, при которых донорство и трансплантация противопоказаны.

Ключевые слова: родственная трансплантация печени, анатомия, печеночные вены, реконструкция, классификация

Конфликт интересов Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов
Финансирование Исследование проводилось без спонсорской поддержки

Для цитирования: Восканян С.Э., Колышев И.Ю., Башков А.Н., Артемьев А.И., Рудаков В.С., Шабалин М.В. и др. Реконструкция кровотока при различных анатомических вариантах строения воротной вены при трансплантации правой доли печени от живого донора. *Трансплантология*. 2023;15(4):426–438. <https://doi.org/10.23873/2074-0506-2023-15-4-426-438>

Blood flow reconstruction in portal vein anatomical variations in right lobe living donor liver transplantation

S.E. Voskanyan, I.Yu. Kolyshev✉, A.N. Bashkov, A.I. Artemyev, V.S. Rudakov, M.V. Shabalin, M.V. Popov, A.I. Sushkov, G.V. Vohmyanin

State Research Center – Burnasyan Federal Medical Biophysical Center
of Federal Medical Biological Agency,
23 Marshal Novikov St., Moscow 123098 Russia

✉Corresponding author: Ilya Yu. Kolyshev, Cand. Sci. (Med.), Head of the Surgical Department № 1, Center for Surgery and Transplantation, State Research Center – Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency, diffdiagnoz@mail.ru

Abstract

Background. Adequate restoration of blood flow through the portal vein in the graft is only possible with a clear understanding of its anatomy in the donor.

The aim was to describe new and extend current data on the portal vein anatomy in a donor of the right liver lobe, to describe variants and formulate principles of portal reconstruction in right lobe living donor liver transplantation.

Material and methods. 306 living donor liver transplantations were performed from 2009 to 2021 in the State Research Center – Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency. The vascular anatomy of 518 potential donors was analyzed. Portal vein variants of the anatomy of right lobe graft were assessed.

Results. Nine types and 3 subtypes of portal vein branching were evaluated. A, B, C, D, E types match the types described earlier in Nakamura classification. Subtypes B1, B2 u D1 are specifications of types B and D. Types F, G, H, I have been described additionally. The incidence of types and subtypes where reconstruction was made: type A (82%), B (4.6%), B1 (3.9%), B2 (1.3%), C (3.9%), D (3.9%). The incidence of E, G, H, I types among 518 potential donors was 0.4%, 0.6%, 0.2%, 0.4%, respectively. The recipient portal vein complications were detected in 12 cases (3.9%), where 3(25%) were Class 3b according to Clavien-Dindo and 9(75%) of Clavien-Dindo Class 2. There were no correlations between portal vein complications and the method of portal vein reconstruction. ($p < 0.05$). No complications occurred with portal vein in donors.

Conclusion. The existing classification of right liver graft portal vein has been updated and detailed. A certain way of reconstruction has been proposed for each portal vein type. Anatomical types in which donation and transplantation are contraindicated have been specified.

Keywords: living donor liver transplantation, anatomy, portal vein, reconstruction, classification

CONFLICT OF INTERESTS Authors declare no conflict of interest

FINANCING The study was performed without external funding

For citation: Voskanyan SE, Kolyshev IYu, Bashkov AN, Artemyev AI, Rudakov VS, Shabalin MV, et al. Blood flow reconstruction in portal vein anatomical variations in right lobe living donor liver transplantation. *Transplantologiya. The Russian Journal of Transplantation*. 2023;15(4):426–438. (In Russ.). <https://doi.org/10.23873/2074-0506-2023-15-4-426-438>

ВВ – воротная вена
ЗСВВ – задняя секторальная воротная вена
ЛДВВ – левая долевая воротная вена

МСКТ – мультиспиральная компьютерная томография
ПДВВ – правая долевая воротная вена
ПСВВ – передняя секторальная воротная вена

Введение

Трансплантация печени от живого родственного донора у взрослых является важным способом радикального лечения пациентов с терминальными заболеваниями печени, особенно в регионах с малым числом трансплантаций от посмертных доноров. Число трансплантаций составляет 3 на 1 млн населения страны, что, безусловно, недостаточно, учитывая возрастающее число выявления заболеваний печени, потенциально требую-

щих выполнения оперативного лечения [1]. В этой связи прижизненное донорство фрагментов печени является важным аспектом лечения ее терминальных заболеваний. Важное значение также имеет и расширение использования прижизненных доноров за счет получения трансплантата от доноров с нетипичной анатомией сосудистых структур и желчевыводящего дерева. Было показано, что венозная анатомия правой доли печени, ее эфферентная и афферентная составляющие являются более вариабельными при донорстве

правой доли печени, тогда как трансплантаты левой доли печени отличаются большей частотой сложной артериальной реконструкции [2]. Важными аспектами использования донорских органов с вариабельной сосудистой анатомией являются: детальное предоперационное обследование с целью выявления особенностей и аномалий сосудистой анатомии и специальная хирургическая техника, позволяющая безопасно для донора получать трансплантат и осуществлять полноценную реконструкцию в организме реципиента. В настоящий момент наиболее часто для оценки анатомии воротной вены правой доли печени используют классификации Т. Nakamura и Y.F. Cheng [3, 4].

Контрастная компьютерная томография позволяет на предоперационном этапе выявить все описанные в данных классификациях варианты ветвления воротной вены у донора, а также уточнить наличие других важных для операции особенностей, таких как тромбоз или фиброз воротной вены у реципиента. Тем не менее предложенные классификации не учитывают целого ряда важных анатомических вариаций, а также при проведении портальной реконструкции для типов D и E могут быть потенциально опасными для донора [5]. В этой связи определение критериев безопасного донорства, основанного на знании анатомии воротной вены, является чрезвычайно важным условием успешного выполнения трансплантации печени от живого родственного донора.

Материал и методы

Был проанализирован опыт выполненных в ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна 306 трансплантаций правой доли печени у взрослых от живого родственного донора в период с 2009 по 2021 год. В качестве потенциальных доноров были обследованы 518 человек. Оценка анатомических особенностей строения воротной вены донора осуществлялась на предоперационном периоде при помощи мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ) с внутривенным контрастированием. При выполнении донорской гемигепатэктомии после холецистэктомии выполняли мобилизацию элементов гепатодуоденальной связки. При этом избегали деваскуляризации общего желчного протока на протяжении. Печеночная артерия выделялась только на коротком участке непосредственно в воротах печени, где будет проходить ее пересечение.

Способ мобилизации воротной вены зависел от выявленных ранее анатомических особенностей. Единственный ствол правой доленой воротной вены мобилизовался циркулярно внепеченочно. При наличии двух близко расположенных секторальных стволов воротной вены подвергались мобилизации оба ствола. По причине того, что пересечение паренхимы, как правило, происходило с использованием приема «подвешивания печени» [6], удерживающую ленту проводили кпереди от заранее мобилизованных воротных вен. В случае если имело место наличие двух стволов воротной вены, один из которых находился глубоко в воротах печени, мобилизация дальней ветви происходила в момент работы с глиссоновой ножкой правой доли. Пересечение доленой или секторальной ветвей воротной вены происходило с учетом принципа максимальной донорской безопасности. В этой связи никогда не применялось ограничение кровотока по стволу воротной вены, кроме ситуаций, когда кратковременно ограничивался кровоток по воротной вене и печеночной артерии с целью визуализации линии демаркации и определения траектории трансекции паренхимы. Сосудистые зажимы накладывались строго в вертикальной плоскости на правую доленую воротную вену и секторальные вены так, чтобы образующаяся(иеся) культя(и) воротной вены при ее(их) ушивании не приводила(и) к формированию острых углов и возможному стенозированию воротной вены у донора. Таким образом, если сохранение единого устья воротной вены, например, при ее трифуркации у реципиента было возможным только в случае появления риска сложной реконструкции и (или) стенозирования воротной вены донора, секторальные ветви пересекались только отдельными стволами с целью экономии длины культы воротной вены у донора и предотвращения ее стеноза. Ушивание культы воротной вены выполняли над наложенным зажимом полипропиленовой нитью 5-6/0. Мобилизация печеночных вен была подробно описана нами ранее [7]. Стандартно после окончания транссекции пересекалась правая печеночная артерия, затем правая доленая воротная вена или ее секторальные ветви, после чего пересекались печеночные вены. После эксплантации выполняли консервацию печени в растворе Custodiol (охлажденном до 4°C.) На этапе "back table" осуществлялось определение варианта будущей реконструкции печеночных вен, желчных протоков, воротной вены и печеночной артерии. Следует отметить, что во всех

Результаты

случаях операции у реципиента выполняли высокую мобилизацию ворот печени с выделением бифуркации воротной вены, долевого печеночного артерий и желчных протоков с возможностью их высокого пересечения при необходимости. Контрольные ультразвуковые исследования с целью оценки скорости кровотока в трансплантате проводили ежедневно в течение первой недели и далее по необходимости.

Были выделены 9 типов и 3 подтипа ветвления воротной вены. Анатомические типы строения воротной вены донора правой доли печени, их определения, частота наблюдения, возможность реконструкции представлены в табл. 1. Типы А, В, С, D, Е соответствуют типам, ранее описанным в классификации Nakamura. Подтипы В1, В2, D1, F, G, H, I были описаны дополнительно. В качестве пригодных для трансплантации рассматривались

Таблица 1. Анатомические типы строения воротной вены донора правой доли печени: определения, частота наблюдения, возможность трансплантации

Table 1. Anatomical types of the portal vein structure in a donor of the right liver lobe: definitions, case rate, possibility of transplantation

Анатомические типы и подтипы воротной вены		Определение	n=306*, n (%)	Возможность трансплантации
Тип	Подтип			
А		Имеется бифуркация основного ствола воротной вены на правую и левую доле- вую вены	251 (82)	+
В (срединный)		Трифуркация воротной вены, при которой ствол воротной вены разделяется на переднюю, заднюю правые секторальные вены и левую долевою при этом устья задней секторальной и левой долевого ветвей расположены на одном уровне	14 (4,6)	+
	В1 (правый)	Устье задней секторальной ветви расположено дистальнее устья левой долевого ветви	12 (3,9)	+
	В2 (левый)	Устье задней секторальной ветви расположено проксимальнее устья левой до- левой ветви	4 (1,3)	+
С		Бифуркация ствола воротной вены на переднюю секторальную и левую долевою ветви, при этом задняя секторальная ветвь отходит непосредственно от ствола воротной вены	12 (3,9)	+
Д		Бифуркация основного ствола воротной вены на заднюю секторальную и левую долевою ветви, при этом одна передняя секторальная ветвь отходит от левой долевой воротной вены	12 (3,9)	+
	D1	Бифуркация основного ствола воротной вены на заднюю секторальную и левую долевою ветви, при этом от левой долевого отходят две правые передние сег- ментарные вены	0	+
Е		Деление ствола воротной вены на правые заднюю, переднюю секторальную и левую долевого вены, при котором кровоснабжение сегментов 4,5 и 8 осуще- ствляется отдельными ветвями передней секторальной вены	0	—
F		Квадрифуркация ствола воротной вены на левую долевою вену и три ветви к правой доле печени	1 (0,3)	+
G		Варианты ветвления воротной вены, при которой от левой долевого ветви отхо- дит значимая, но непригодная для реконструкции ветвь к передним или задним сегментам/сектору правой доли печени, проходящая через зону транссекции печени	0	—
H		Варианты ветвления воротной вены, при которой от правой долевого ветви от- ходит значимая ветвь к сегменту/сектору левой доли печени, проходящая через зону транссекции печени	0	—
I		Агенезия правой долевого воротной вены. Правая долевого воротная вена от- сутствует, а кровоснабжение правой доли печени осуществляется из мелких сосудов, отходящих от основного ствола воротной вены, переходящего в левую долевою воротную вену	0	—

Примечания: «+» – трансплантация возможна; «—» – трансплантация не рассматривается; * – приведены частоты наблюдения у оперированных доноров, частота наблюдения подтипов и типов D1, E, G, H, O, I у 518 потенциальных доноров приведены в тексте

органы с типами А, В, С, D, F ветвления воротной вены, тогда как при типах Е, G, H, I возможность трансплантации не рассматривалась. При этом в серии из 518 потенциальных доноров тип Е обнаружен в 2 наблюдениях (0,4%), G в 3 (0,6%), H в 1 (0,2%) и I в 2 (0,4%). Число осложнений со стороны воротной вены составило 12 случаев (3,9%), и все они были тромбозами воротной вены. Из них 3 (25%) класс 3b по классификации осложнений Clavien–Dindo потребовали выполнения тромбэктомии, а 9 (75%) – неокклюзивные тромбозы класса 2 по классификации осложнений Clavien–Dindo, вылечены консервативно. Медиана развития тромботических осложнений в воротной вене составила 17 суток. Предсуществовавший тромбоз воротной и (или) верхней брыжеечной вен был выявлен у 37 реципиентов (12%). Наличие предсуществовавшего тромбоза не повышало риска развития тромботических осложнений ($p < 0,05$). Частота осложнений со стороны воротной вены также не имела связи с типом реконструкции воротной вены ($p < 0,05$). В исследовании не было зарегистрировано ни одного осложнения, связанного с воротной веной у доноров печени.

Способ восстановления кровотока по воротной вене у реципиента зависел от ее анатомического типа (табл. 2).

Таблица 2. Варианты реконструкции воротной вены при различных анатомических типах

Table 2. Portal vein reconstruction options for different anatomical types

Тип реконструкции	Анатомический тип воротной вены трансплантата
Портопортальный анастомоз	A, B, B1
Бисекторальнопортальный анастомоз (после формирования общего устья секторальных вен)	B, B1, B2
Бисегментарносекторальнопортальный анастомоз (после формирования общего устья двух сегментарных и одной секторальной вены)	F
Использование Y-аутовенозного графта	C, D, D1

Обсуждение

Особенности строения мезентерикопортальной системы как донора, так и реципиента должны быть учтены на этапе планирования вмешательства, для чего широко используется МСКТ, позволяющая определить как анатомические вариации, так и наличие тромбозов вен у реципиента

[8, 9]. Классификация Nakamura является базовой для предоперационного планирования донорской операции, однако, как было показано выше, она не в полной мере удовлетворяет потребности хирургов-трансплантологов, несмотря на то что описанные в ней варианты ветвления воротной вены наблюдаются в преимущественном числе случаев. Çetin Atasoy et al. и G. Varotti предлагают отличающуюся классификацию типов воротной вены правой доли печени (табл. 3, 4) [10, 11].

Таблица 3. Анатомические типы воротной вены по Çetin Atasoy

Table 3. Anatomical types of the portal vein according to Çetin Atasoy

Анатомический тип воротной вены	Описание
1	Воротная вена дает начало левой и правой долевым венам, правая долевая вена дает начало правой передней и правой задней секторальным воротным венам
2	Трифуркация воротной вены на левую долевую воротную вену, правую переднюю и заднюю секторальные вены
3	Ствол воротной вены разделяется на правую заднюю секторальную воротную вену и общий ствол правой передней секторальной воротной вены и левой долевой вены

Таблица 4. Анатомические типы воротной вены по G. Varotti

Table 4. Anatomical types of the portal vein according to G. Varotti

Анатомический тип воротной вены	Описание
1 (общий тип)	Правая долевая воротная вена отходит от общего ствола и дает начало правой передней и задней ветвям внутри правой доли печени
2 (трифуркация)	Правая долевая вена отсутствует, а правая передняя и задняя воротная вена отходят непосредственно от общего ствола
3 (левый тип)	Правая долевая вена отсутствует, а правая передняя ветвь отходит от левой долевой вены

Данные классификации в большей степени отражают опыт представивших их авторов и не учитывают, например, различий между типами С и D в классификации Nakamura, также не выделяют варианты, при которых получение трансплантата может быть сопряжено с развитием дополнительных рисков как у донора, так и у реципиента. МСКТ-картина безусловно должна

быть подвергнута рациональной оценке с целью недопущения попытки донорства при наличии неподлежащих трансплантации типов ветвления воротной вены, планирования наиболее безопасного хирургического способа получения трансплантата, а также выбора наиболее оптимального способа портальной реконструкции.

Тип А (рис. 1) разработанной нами классификации – бифуркация воротной вены на левую и правую долевые соответствует классификации Nakamura. Предложенные нами тип В и подтипы В1, В2 (рис. 2–4) являются детализацией трифуркации воротной вены в классификации Nakamura. Определение данных вариантов дано выше. При типе В получение трансплантата с одним устьем воротной вены возможно применено в половине случаев за счет сохранения перемычки между устьями секторальных вен. При подтипе В1 всегда удается сохранить перемычку между сосудами, а при типе В2 трансплантат всегда будет содержать два устья, которые требуют объединения в одно на этапе "back table". Типы С (рис. 5) и D (рис. 6) по Nakamura требуют выполнения реконструкции с использованием Y-кондуита или же некоторых других хирургических приемов [12]. В нашем понимании основным и существенным отличием типа С от D является то, что при типе С передняя секторальная воротная вена отходит вне глассоновой пластины и может быть выделена отдельно от остальных элементов ножки, тогда как при типе D она включена в триаду, окруженную оболочкой Валеоса, и таким образом отходит от левой долевой воротной вены интрапаренхиматозно. Тип D1 (рис. 7) является подтипом типа D, при котором имеется две сегментарные ветви к переднему сектору правой доли, отходящие от левой долевой воротной вены. В нашем исследовании при транспозиции воротной вены с целью

реконструкции была использована бифуркация воротной вены печени реципиента. Данный подход рассматривается как приоритетный, так как не требует выполнения дополнительных манипуляций для получения иных трансплантатов. Тип Е (рис. 8), для которого Nakamura и соавторы описали возможный способ реконструкции, состоявший в отказе от восстановления ветви к S8 и реконструкции ветви к S5 через венозный трансплантат, по нашему мнению является противопоказанием к донорству, так как имеет место значительный риск утраты трансплантата. Более того наличие ветви к S4, отходящей в плоскости трансекции, создает неоправданный дополнительный риск и для печени донора. Выделенный нами вариант F (рис. 9) представляет собой квадрифуркацию воротной вены. Трансплантат содержит 3 устья воротных вен, а реконструкция выполняется путем их объединения.

Основным отличием типа G (рис. 10) является глубокое внутрипеченочное отхождение передней правой субсегментарной или сегментарной ветви к S8 печени от левой долевой воротной вены. Устье сосуда в данном случае смещено влево от линии Rex-Cantlie по ходу левой долевой вены. Такой вариант может создать дополнительные и непрогнозируемые риски ишемии части трансплантата и, как следствие, его утраты. По этой причине пациенты с подобной анатомией не рассматривались в качестве доноров. При типе H (рис. 11), как правило, от правой долевой воротной вены отходит ветвь к S4 печени, перевязка которой создаст ишемию сегмента в печени донора, что является недопустимым событием. Портальное кровоснабжение левой доли печени из правой воротной вены описано ранее и наблюдается с частотой от 1,5 до 7% [13, 14]. В большинстве наблюдений данные варианты расцениваются как не подлежащие донор-

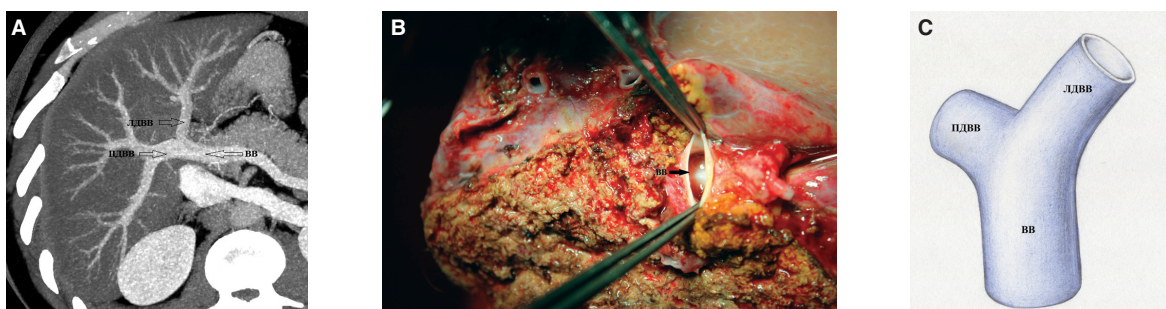


Рис. 1. Анатомический тип А. А. (Снимок КТ) В. (Фото) С. (Схема).

ВВ – воротная вена, ЛДВВ – левая долевая воротная вена, ПДВВ – правая долевая воротная вена

Fig. 1. Anatomical type A: A. (CT image); B. (Photo); C. (Diagram).

PV, portal vein; LLPV, left lobar portal vein; RLPV, right lobar portal vein

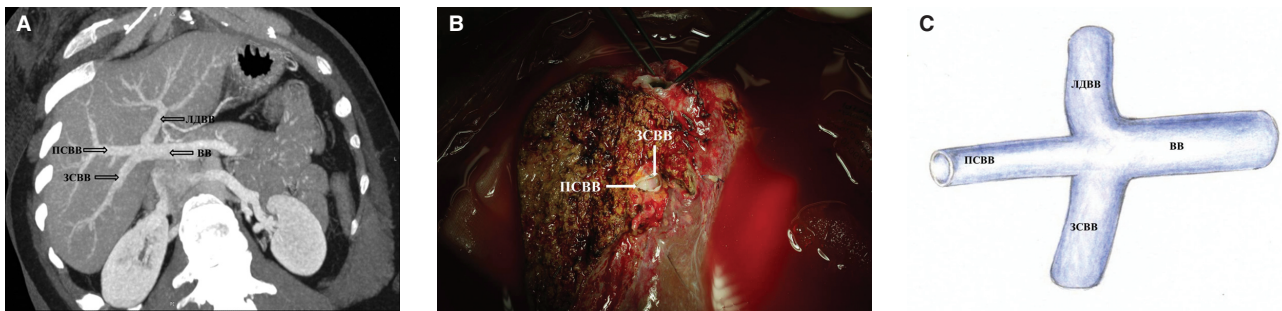


Рис. 2. Анатомический тип В. А. (Снимок КТ) В. (Фото) С. (Схема).

ВВ – воротная вена, ЛДВВ – левая долевая воротная вена, ПСВВ – передняя секторальная воротная вена, ЗСВВ – задняя секторальная воротная вена

Fig. 2. Anatomical type B: A. (CT image); B. (Photo); C. (Diagram).

PV, portal vein; LLPV, left lobar portal vein; ASPV, anterior sectoral portal vein; PSPV, posterior sectoral portal vein

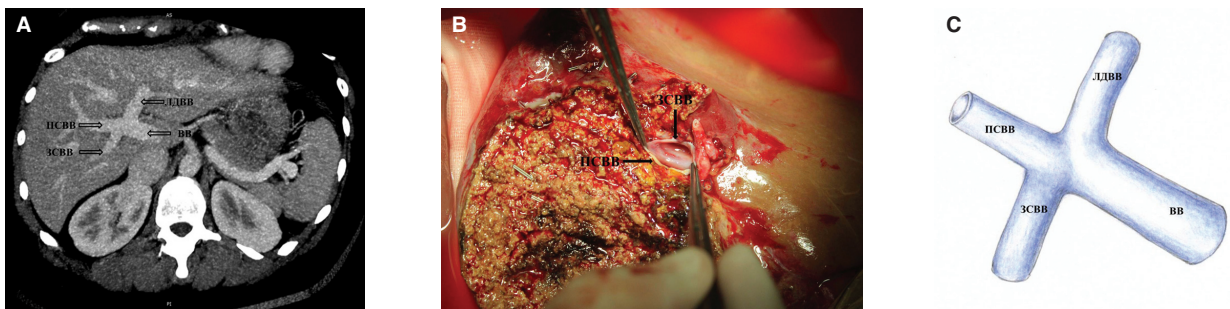


Рис. 3. Анатомический подтип В1. А. (Снимок КТ) В. (Фото) С. (Схема).

ВВ – воротная вена, ЛДВВ – левая долевая воротная вена, ПСВВ – передняя секторальная воротная вена, ЗСВВ – задняя секторальная воротная вена

Fig. 3. Anatomical subtype B1: A. (CT image); B. (Photo); C. (Diagram).

PV, portal vein; LLPV, left lobar portal vein; ASPV, anterior sectoral portal vein; PSPV, posterior sectoral portal vein

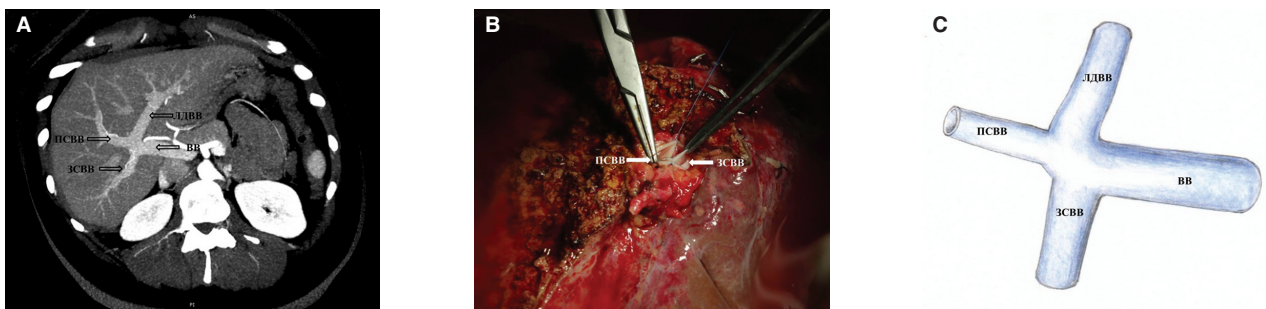


Рис. 4. Анатомический подтип В2. А. (Снимок КТ) В. (Фото) С. (Схема).

ВВ – воротная вена, ЛДВВ – левая долевая воротная вена, ПСВВ – передняя секторальная воротная вена, ЗСВВ – задняя секторальная воротная вена

Fig. 4. Anatomical subtype B2: A. (CT image); B. (Photo); C. (Diagram).

PV, portal vein; LLPV, left lobar portal vein; ASPV, anterior sectoral portal vein; PSPV, posterior sectoral portal vein

ции. Наличие мелких венозных сосудов, пересекающих междолевую границу справа налево, как правило, не является противопоказанием к донорству, в то время как вариант Н предполагает наличие хорошо выраженного ствола, осуще-

ствляющего кровоснабжение S4 печени, в связи с чем и требует выделения в отдельную группу.

Агенезия долевой воротной вены – тип I (рис. 12), которая также была описана рядом авторов, может сопровождаться гипотрофией

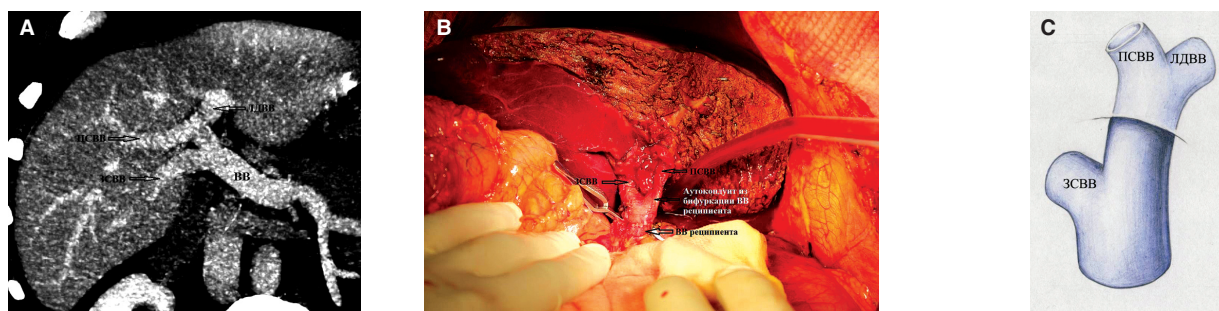


Рис. 5. Анатомический тип С. А. (Снимок КТ) В. (Фото) С. (Схема).

ВВ – воротная вена, ЛДВВ – левая долевая воротная вена, ПСВВ – передняя секторальная воротная вена, ЗСВВ – задняя секторальная воротная вена

Fig. 5. Anatomical type C: A. (CT image); B. (Photo); C. (Diagram).

PV, portal vein; LLPV, left lobar portal vein; ASPV, anterior sectoral portal vein; PSPV, posterior sectoral portal vein

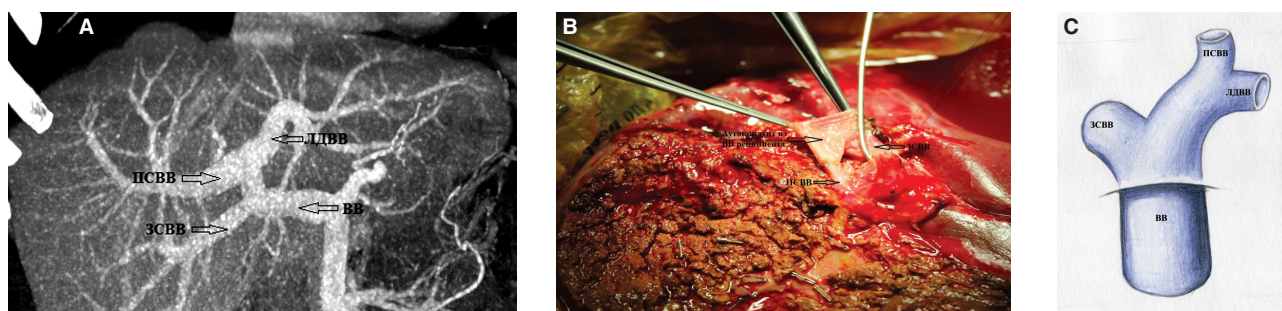


Рис. 6. Анатомический тип D. А. (Снимок КТ) В. (Фото) С. (Схема).

ВВ – воротная вена, ЛДВВ – левая долевая воротная вена, ПСВВ – передняя секторальная воротная вена, ЗСВВ – задняя секторальная воротная вена

Fig. 6. Anatomical type D: A. (CT image); B. (Photo); C. (Diagram).

PV, portal vein; LLPV, left lobar portal vein; ASPV, anterior sectoral portal vein; PSPV, posterior sectoral portal vein



Рис. 7. Анатомический подтип D1. А. (Снимок КТ) В. (Схема).

ЛДВВ – левая долевая воротная вена, ЗСВВ – задняя секторальная воротная вена, ВВ – воротная вена

Fig. 7. Anatomical subtype D1: A. (CT image); B. (Diagram).

LLPV, left lobar portal vein; PSPV, posterior sectoral portal vein; PV, portal vein

правой доли печени, а потому орган с подобной анатомией не может рассматриваться в качестве потенциального трансплантата [15]. В иных случаях кровоснабжение печени осуществляется множеством отдельных сегментарных, субсегментарных и секторальных сосудов, не подлежащих реконструкции.

Приведенные результаты, иллюстрирующие наличие у доноров правой половины печени типов ветвления воротной вены, не включенные в классификацию Nakamura, говорят о необходимости ее дополнения. Очевидно, что для улучшения предоперационного планирования и профилактики развития тромбозов воротной вены у реципиента необходимо знание возможных

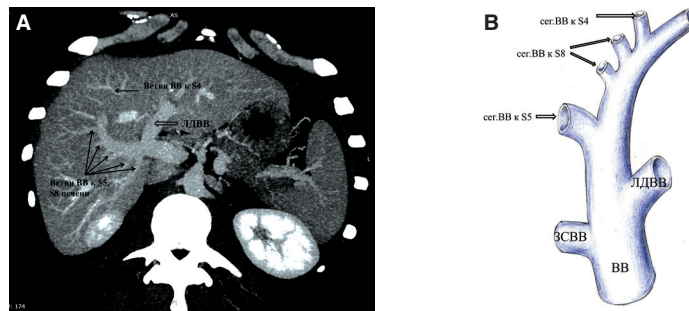


Рис. 8. Анатомический тип Е. А. (Снимок КТ) В. (Схема).

ВВ – воротная вена, ЛДВВ – левая долевая воротная вена, ЗСВВ – задняя секторальная воротная, сег. ВВ к S5 – сегментарная ветвь воротной вены к S5 печени, сег. ВВ к S8 – сегментарная ветвь воротной вены к S8 печени, сег. ВВ к S4 – сегментарная ветвь воротной вены к S4 печени

Fig. 8. Anatomical type E: A. (CT image); B. (Diagram).

PV, portal vein, LLPV, left lobar portal vein, PSPV, posterior sectoral portal vein; PV seg.S5, portal vein segmental branch to S5 of the liver; PV seg. to S8, portal vein segmental branch to S8 of the liver; PV seg. to S4, portal vein segmental branch to S4 of the liver

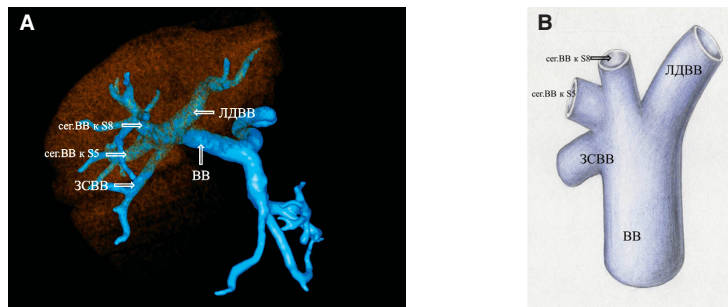


Рис. 9. Анатомический тип F. А. (Реконструкция КТ) В. (Схема).

ВВ – воротная вена, ЛДВВ – левая долевая воротная вена, ЗСВВ – задняя секторальная воротная, сег. ВВ к S5 – сегментарная ветвь воротной вены к S5 печени, сег. ВВ к S8 – сегментарная ветвь воротной вены к S8 печени

Fig. 9. Anatomical type F: A. (CT reconstruction); B. (Diagram).

PV, portal vein; LLPV, left lobar portal vein; PSPV, posterior sectoral portal vein; PV seg. to S5, portal vein segmental branch to S5 of the liver; PV seg. to S8, portal vein segmental branch to S8 of the liver

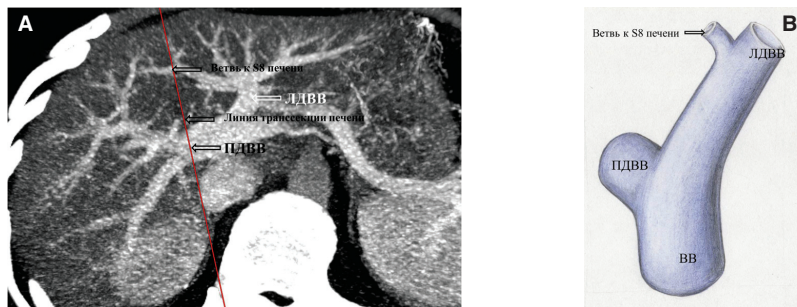


Рис. 10. Анатомический тип G. А. (Снимок КТ) В. (Схема).

ВВ – воротная вена, ЛДВВ – левая долевая воротная вена, ПДВВ – правая долевая воротная вена

Fig. 10. Anatomical type G: A. (CT image); B. (Diagram).

PV, portal vein; LLPV, left lobar portal vein; RLPV, right lobar portal vein

вариаций анатомии воротной вены. Ключевую роль при родственной трансплантации печени играет безопасность донора, поэтому мы считаем неприемлемыми ситуации забора аутовенозного трансплантата у донора, описанные Nakamura в случае реконструкции портального кровотока

при ветвления типа Е или D. Хотя частота осложнений со стороны портальной системы у донора регистрируется сравнительно мало – до 0,5% [16, 17], мы полагаем, что воротная вена должна быть пересечена максимально безопасным для донора образом во избежание развития осложнений.

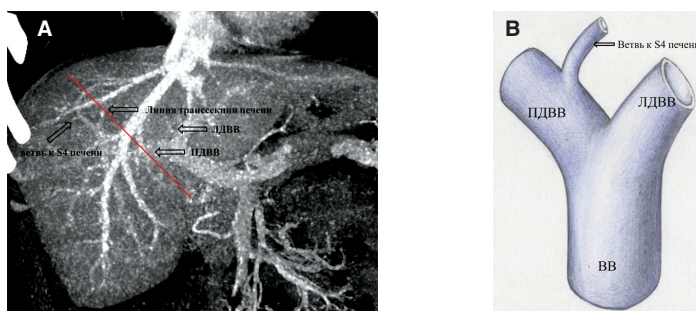


Рис. 11. Анатомический тип Н. А. (Снимок КТ) В. (Схема).

ВВ – воротная вена, ЛДВВ – левая долевая воротная вена, ПДВВ – правая долевая воротная вена

Fig. 11. Anatomical type H: A. (CT image); B. (Diagram).

PV, portal vein; LLPV, left lobar portal vein; RLPV, right lobar portal vein

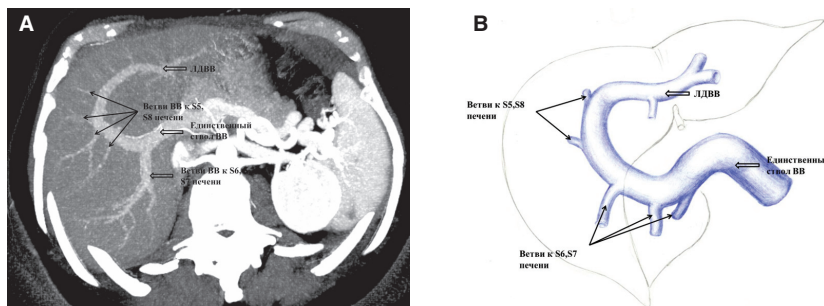


Рис. 12. Анатомический тип I. А. (Снимок КТ) Б. (Схема).

ЛДВВ – левая долевая воротная вена, ВВ – воротная вена

Fig. 12. Anatomical type I: A. (CT image); B. (Diagram).

LLPV, left lobar portal vein; PV, portal vein

Заключение

В связи с накоплением опыта выполнения родственной трансплантации печени, такие классификации портальной анатомии как Nakamura, Cheng и другие требуют детализации и дополнения – были даны определения существовавших типов и введены дополнительные 7 типов и подтипов анатомических вариаций воротной вены.

Уточнены анатомические типы строения воротной вены у донора, при которых донация является противопоказанной.

Описаны способы реконструкции кровотока по воротной вене в трансплантате правой доли печени для 10 типов и подтипов.

Выводы

1. Расширение классификации вариантов строения воротной вены Nakamura за счет выделения подтипов B1 и B2 в типе B, выделения подтипа D1 в типе D, выделения типов F; G; H; I имеет важное прикладное значение в хирургии и трансплантации печени для планирования адекватного способа портальной реваскуляризации.

2. Планирование портальных реконструкций – портопортальный анастомоз, бисекторальнопортальный анастомоз (после формирования общего устья секторальных вен), бисегментарносекторальнопортальный анастомоз (после формирования общего устья двух сегментарных и одной секторальной вены), реконструкция при помощи Y-аутовенозного графта – целесообразно осуществлять в предоперационном периоде, основываясь на полученных анатомических данных.

Список литературы/References

1. Богомолов П.О., Мациевич М.В., Бугверов А.О., Кокина К.Ю., Воронкова Н.В., Безносенко В.Д. Цирроз печени в Московской области: цифры и факты. *Альманах клинической медицины*. 2018;46(1):59–67. Bogomolov PO, Matsievich MV, Bueverov AO, Kokina KY, Voronkova NV, Beznosenko VD. Liver cirrhosis in the Moscow Region: figures and facts. *Almanac of Clinical Medicine*. 2018;46(1):59–67. <https://doi.org/10.18786/2072-0505-2018-46-1-59-67>
2. Yagi S, Singhal A, Jung DH, Hashimoto K. Living-donor liver transplantation: right versus left. *Int J Surg*. 2020;82S:128–133. PMID: 32619620 <http://doi.org/10.1016/j.ijsu.2020.06.022>
3. Nakamura T, Tanaka K, Kiuchi T, Kasahara M, Oike F, Ueda M, et al. Anatomical variations and surgical strategies in right lobe living donor liver transplantation: lessons from 120 cases. *Transplantation*. 2002;73(12):1896–1903. PMID: 12131684 <http://doi.org/10.1097/00007890-200206270-00008>
4. Cheng YF, Huang TL, Lee TY, Chen TY, Chen CL. Variation of the intrahepatic portal vein; angiographic demonstration and application in living-related hepatic transplantation. *Transplant Proc*. 1996;28(3):1667–1668. PMID: 8658830
5. Thorat A, Jeng LB, Hsu S, Li P, Yeh CC, Chen T, et al. Reconstruction of the portal vein with expanded polytetrafluoroethylene jump graft in living donor liver transplantation recipients with complete portal vein thrombosis: a feasible and safe alternative. *Surgery, Gastroenterology and Oncology*. 2018;23(1):1–16. <http://doi.org/10.21614/sgo-23-1-16>
6. Belghiti J, Guevara OA, Noun R, Saldinger PF, Kianmanesh R. Liver hanging maneuver: a safe approach to right hepatectomy without liver mobilization. *J Am Coll Surg*. 2001;193(1):109–111. PMID: 11442247 [http://doi.org/10.1016/S1072-7515\(01\)00909-7](http://doi.org/10.1016/S1072-7515(01)00909-7)
7. Восканян С.Э., Колышев И.Ю., Башков А.Н., Артемьев А.И., Рудаков В.С., Шабалин М.В. и др. Эфферентное кровоснабжение правой доли печени в аспекте ее трансплантации от живого донора: вариантная анатомия, классификация. Часть 1. *Анналы хирургической гепатологии*. 2023;28(1):10–24. Voskanyan SE, Kolyshev IYu, Bashkov AN, Artemiev AI, Rudakov VS, Shabalin MV, et al. Efferent blood supply to the right hepatic lobe regarding its transplantation from a living donor: variant anatomy, classification. Part 1. *Annaly khirurgicheskoy gepatologii = Annals of HPB Surgery*. 2023;28(1):10–24. (In Russ.). <https://doi.org/10.16931/1995-5464.2023-1-10-24>
8. Рзаев Р.Т., Камалов Ю.Р., Татаркина М.А., Крыжановская Е.Ю., Ким Э.Ф., Филин А.В. и др. Современные неинвазивные методы визуализации в определении анатомических вариантов деления воротной и строения печеночных вен при родственной ортотопической трансплантации печени. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. 2012;(10):70–76. Rzaev RT, Kamalov IuR, Tatarkina MA, Kryzhanovskaia EIu, Kim EF, Filin AV, et al. The possibilities of non-invasive visualization methods for the detection of anatomic variants of vena cava division and renal veins synotopy before the allied orthotopic liver transplantation. *Pirogov Russian Journal of Surgery = Khirurgiya. Zurnal im. N.I. Pirogova*. 2012;(10):70–76. (In Russ.).
9. Колсанов А.В., Манукян А.А., Зельтер П.М., Чаплыгин С.С., Звонарева З.Н. Вариантная анатомия воротной вены по данным компьютерной томографии. *Журнал анатомии и гистопатологии*. 2017;6(4):31–36. Kolsanov AV, Manukyan AA, Zelter PM, Chaplygin SS, Zvonareva ZN. Variant anatomy of the portal vein according to computed tomography. *Journal of Anatomy and Histopathology*. 2017;6(4):31–36. (In Russ.). <https://doi.org/10.18499/2225-7357-2017-6-4-31-36>
10. Atasoy C, Ozyürek E. Prevalence and types of main and right portal vein branching variations on MDCT. *AJR Am J Roentgenol*. 2006;187(3):676–681. PMID: 16928929 <http://doi.org/10.2214/AJR.05.0847>
11. Varotti G, Gondeles GE, Goldman J, Wayne M, Florman SS, Schwartz ME, et al. Anatomic variations in right liver living donors. *J Am Coll Surg*. 2004;198(4):577–582. PMID: 15051012 <https://doi.org/10.2214/AJR.05.0847>
12. Yilmaz S, Kayaalp C, Isik B, Ersan V, Otan E, Akbulut S, et al. Reconstruction of anomalous portal venous branching in right lobe living donor liver transplantation: Malatya approach. *Liver Transpl*. 2017;23(6):751–761. PMID: 28240812 <https://doi.org/10.1002/lt.24753>
13. Schroeder T, Nadalin S, Stattaus J, Debatin JF, Malagó M, Ruehm SG. Potential living liver donors: evaluation with an all-in-one protocol with multi-detector row CT. *Radiology*. 2002;224(2):586–591. PMID: 12147860 <http://doi.org/10.1148/radiol.2242011340>
14. Guiney MJ, Kruskal JB, Sosna J, Hanto DW, Goldberg SN, Raptopoulos V. Multi-detector row CT of relevant vascular anatomy of the surgical plane in split-liver transplantation. *Radiology*. 2003;229(2):401–407. PMID: 14595144 <http://doi.org/10.1148/radiol.2292021437>
15. Gallego C, Velasco M, Marcuello P, Tejedor D, De Campo L, Frieria A. Congenital and acquired anomalies of the portal venous system. *Radiographics*. 2002;22(1):141–159. PMID: 1179690 <http://doi.org/10.1148/radiographics.22.1.g02ja08141>
16. Ghobrial RM, Freise CE, Trotter JF, Tong L, Ojo AO, Fair JH, et al. A2ALL Study Group. Donor morbidity after living donation for liver transplantation. *Gastroenterology*. 2008;135(2):468–476. PMID: 18505689 <https://doi.org/10.1053/j.gastro.2008.04.018>
17. Piardi T, Lhuair M, Bruno O, Memeo R, Pessaux P, Kianmanesh R, et al. Vascular complications following liver transplantation: a literature review of advances in 2015. *World J Hepatol*. 2016;8(1):36–57. PMID: 26783420 <http://doi.org/10.4254/wj.h.v8.i1.36>

Информация об авторах

Сергей Эдуардович Восканян	член-корр. РАН, проф., д-р мед. наук, заместитель главного врача по хирургической помощи, руководитель центра хирургии и трансплантологии ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России; заведующий кафедрой хирургии с курсами онкохирургии, эндоскопии, хирургической патологии, клинической трансплантологии и органного донорства ИППО ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, http://orcid.org/0000-0001-5691-5398 , voskanyan_se@mail.ru 25% – редакция текста статьи, сбор статистической информации и ее анализ, написание текста рукописи
Илья Юрьевич Колышев	канд. мед. наук, заведующий хирургическим отделением № 1 Центра новых хирургических технологий ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, http://orcid.org/0000-0002-6254-130X , diffdiagnoz@mail.ru 25% – обзор публикаций по теме, сбор статистической информации и ее анализ, написание текста рукописи
Андрей Николаевич Башков	канд. мед. наук, заведующий отделением лучевой и радиоизотопной диагностики ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, http://orcid.org/0000-0002-4560-6415 , abashkov@yandex.ru 10% – подготовка графических изображений снимков компьютерной томографии
Алексей Игоревич Артемьев	канд. мед. наук, заведующий хирургическим отделением Центра хирургии и трансплантологии ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, http://orcid.org/0000-0002-1784-5945 , coma2000@yandex.ru 10% – редакция текста статьи, подготовка графических изображений
Владимир Сергеевич Рудаков	канд. мед. наук, врач-хирург Центра хирургии и трансплантологии ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, http://orcid.org/0000-0002-3171-6621 , rudakov_vc@list.ru 7% – разработка дизайна исследования, сбора статистической информации
Максим Вячеславович Шабалин	канд. мед. наук, врач-хирург Центра хирургии и трансплантологии ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, http://orcid.org/0000-0002-4527-0448 , shabalin.max.v@mail.ru 6% – разработка дизайна исследования, обзор публикаций по теме, сбор статистической информации и ее анализ, написание текста рукописи
Максим Васильевич Попов	канд. мед. наук, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению отделения рентгенохирургических методов диагностики и лечения ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, http://orcid.org/0000-0002-6558-7143 , maximmsk@mail.ru 5% – редакция текста статьи, сбор статистической информации и ее анализ, написание текста рукописи
Александр Игоревич Сушков	канд. мед. наук, заведующий лабораторией новых хирургических технологий ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, http://orcid.org/0000-0002-1561-6268 , sushkov.transpl@gmail.com 5% – редакция текста статьи, сбор статистической информации и ее анализ, написание текста рукописи
Георгий Владимирович Вохмянин	врач-хирург Центра хирургии и трансплантологии ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, http://orcid.org/0000-0001-8853-5699 , georg0421@yandex.ru 7% – редакция текста статьи, сбор статистической информации и ее анализ, написание текста рукописи

Information about the authors

Sergey E. Voskanyan	Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Prof., Dr. Sci. (Med.) Deputy Chief Physician for Surgical Care, Head of Surgery and Transplantation Center, State Research Center – Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency; Head of the Department of Surgery with Courses of Oncology, Endoscopy, Surgical Pathology, Clinical Transplantation and Organ Donation of the Institute of Postgraduate Professional Education, State Research Center – Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency, http://orcid.org/0000-0001-5691-5398 , voskanyan_se@mail.ru 25%, editing the text of the article, obtaining statistical information and its analysis, writing the text of the manuscript
Ilya Yu. Kolyshev	Cand. Sci. (Med.), Head of the Surgical Department № 1, Center for Surgery and Transplantation, State Research Center – Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency, http://orcid.org/0000-0002-6254-130X , diffdiagnoz@mail.ru 25%, review of publications on the topic, collection of statistical information and its analysis, writing the text of the manuscript
Andrey N. Bashkov	Head of Computer Diagnostics Department, State Research Center – Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency, https://orcid.org/0000-0002-4560-6415 , abashkov@yandex.ru 10%, preparation of graphic images of computed tomography images
Alexey I. Artemyev	Cand. Sci. (Med.), Head of the Surgical Department № 2, Center for Surgery and Transplantation, State Research Center – Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency, http://orcid.org/0000-0002-1784-5945 , coma2000@yandex.ru 10%, editing the text of the article, preparing graphic images
Vladimir S. Rudakov	Cand. Sci. (Med.) Surgeon of the Coordination Center of Organs and(or) Human Tissues, Center for Surgery and Transplantation, State Research Center – Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency, http://orcid.org/0000-0002-3171-6621 , rudakov_vc@list.ru 7%, development of the study design, collection of statistical information
Maksim V. Shabalin	Cand. Sci. (Med.), Surgeon of the Surgical Department, Center for Surgery and Transplantation, State Research Center – Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency, http://orcid.org/0000-0002-4527-0448 , shabalin.max.v@mail.ru 6%, development of the study design, review of publications on the topic, collection of statistical information and its analysis, writing the text of the manuscript
Maksim V. Popov	Cand. Sci. (Med.), Resident of Endovascular Treatment and Diagnostics Department, State Research Center – Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency, http://orcid.org/0000-0002-6558-7143 , maximmsk@mail.ru 5%, editing the text of the article, collection of statistical information and its analysis, writing the text of the manuscript
Aleksander I. Sushkov	Cand. Sci. (Med.), Head of New Surgical Technologies Laboratory, State Research Center – Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency, http://orcid.org/0000-0002-1561-6268 , sushkov.transpl@gmail.com 5%, editing the text of the article, obtaining statistical information and its analysis, writing the text of the manuscript
Georgiy V. Vokhmyanin	Surgeon of the Surgical Department, Center for Surgery and Transplantation, State Research Center – Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency, http://orcid.org/0000-0001-8853-5699 , georg0421@yandex.ru 7%, editing the text of the article, collecting statistical information and its analysis, writing the text of the manuscript

Статья поступила в редакцию 19.05.2023;
одобрена после рецензирования 08.06.2023;
принята к публикации 27.09.2023

The article was received on May 19, 2023;
approved after reviewing June 8, 2023;
accepted for publication September 27, 2023