

Артериальные осложнения при трансплантации печени: диагностика, профилактика и лечение

П.Х. Назаров¹, К.Ф. Алекберов², Б.И. Казымов^{2,3}, Е.Ю. Аносова^{2,4},
В.А. Зуйкова⁴, Ф.Р. Гюльмагомедова⁵, В.А. Гуляев^{✉2}

¹ ГУ «Национальный медицинский центр «Шифобахш»,
734026, Таджикистан, Душанбе, ул. И. Сомони, д. 59;

² ГБУЗ «НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского ДЗМ»,
129090, Россия, Москва, Большая Сухаревская пл., д. 3;

³ Московский медицинский университет «Реавиз»,
107564, Россия, Москва, Краснобогатырская ул., д. 2, стр. 2;

⁴ ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова МЗ РФ (Пироговский Университет);
117997, Россия, Москва, ул. Островитянова, д. 1;

⁵ ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова МЗ РФ (Сеченовский Университет),
119048, Россия, Москва, Трубецкая ул., д. 8, стр. 2

✉ Автор, ответственный за переписку: Владимир Алексеевич Гуляев, ведущий научный сотрудник отделения трансплантации почки и поджелудочной железы НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского, liver@transpl.moscow

Аннотация

Актуальность. Трансплантация печени (ТП) позволяет спасти жизнь пациентам с хроническими терминальными заболеваниями печени и отдельным пациентам с фульминантной печеночной недостаточностью. С годами методика проведения операции претерпела серьезные изменения. Современные достижения в этой области, включая улучшение хирургической техники и внедрение новых иммуносупрессивных препаратов, позволили достичь 5-летней выживаемости на уровне 87,6%.

Цель. Провести анализ современной научной литературы, посвященной артериальным осложнениям после ТП, их диагностике и методам лечения.

Материал и методы. Были изучены статьи на тему артериальных осложнений после ТП, опубликованные в базах Pubmed, Google Scholar, Medline в период с 2015 по 2024 год.

Заключение. Артериальные осложнения остаются одними из наиболее опасных осложнений ортотопической ТП, сопровождаясь высоким риском потери трансплантата и смертельного исхода. Диагностика и лечение этих осложнений представляют собой значимый вызов, требующий дальнейшего совершенствования подходов для повышения эффективности ТП.

Ключевые слова: трансплантация печени, артериальные осложнения, тромбоз печеночной артерии, стеноз печеночной артерии, факторы риска, выживаемость трансплантата печени

Конфликт интересов Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Финансирование Исследование проводилось без спонсорской поддержки

Для цитирования: Назаров П.Х., Алекберов К.Ф., Казымов Б.И., Аносова Е.Ю., Зуйкова В.А., Гюльмагомедова Ф.Р. и др. Артериальные осложнения при трансплантации печени: диагностика, профилактика и лечение. *Трансплантология*. 2025;17(2):184–199. <https://doi.org/10.23873/2074-0506-2025-17-2-184-199>

Arterial complications after liver transplantation: diagnosis, prevention and treatment

P.Kh. Nazarov¹, K.F. Alekberov², B.I. Kazimov^{2,3}, E.Yu. Anosova^{2,4},
V.A. Zuykova⁴, F.R. Gyulmagomedova⁵, V.A. Gulyaev^{✉2}

¹ National Medical Center "Shifobakhsh",
59 I. Somoni St., Dushanbe 734026 Tajikistan;

² N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine,
3 Bolshaya Sukharevskaya Sq., Moscow 129090 Russia;

³ Moscow Medical University "Reaviz",
2 Bldg. 2 Krasnobogatyrskaya St., Moscow 107564 Russia;

⁴ N.I. Pirogov Russian National Research Medical University (Pirogov University),
1 Ostrovityanov St., Moscow 117997 Russia;

⁵ I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University),
8 Bldg 2 Trubetskaya St., Moscow 119048 Russia

✉Corresponding author: Vladimir A. Gulyaev, Dr. Sci. (Med.), Leading Researcher,
Department of Kidney and Pancreas Transplantation, N.V. Sklifosovsky Research Institute of Emergency Medicine,
liver@transpl.moscow

Abstract

Background. Liver transplantation is a life-saving surgery for patients with chronic end-stage liver diseases and individual patients with fulminant liver failure. Over the years, the procedure of the operation has undergone major changes. Recent advances in this field, including improved surgical techniques and the introduction of new immunosuppressive agents, have made it possible to achieve a 5-year survival rate of 87.6%.

Objective. To analyze the current scientific literature on arterial complications after liver transplantation, their diagnosis and treatment methods.

Material and methods. The scientific articles, reviews and other literature on the topic of arterial complications after liver transplantation for the period from 2015 to the present, published in the databases Pubmed, Google Scholar, Medline, have been studied.

Conclusion. Arterial complications remain one of the most dangerous consequences of orthotopic liver transplantation, accompanied by a high risk of graft loss and death. The diagnosis and treatment of these complications is a significant challenge that requires a further search of approaches to improve the efficacy of liver transplantation.

Keywords: liver transplantation, arterial complications, hepatic artery thrombosis, hepatic artery stenosis, risk factors, liver graft survival

CONFLICT OF INTERESTS Authors declare no conflict of interest

FINANCING The study was performed without external funding

For citation: Nazarov PKh, Alekberov KF, Kazimov BI, Anosova EYu, Zuykova VA, Gyulmagomedova FR, et al. Arterial complications after liver transplantation: diagnosis, prevention and treatment. *Transplantologiya. The Russian Journal of Transplantation*. 2025;17(2):184–199. (In Russ.). <https://doi.org/10.23873/2074-0506-2025-17-2-184-199>

АО – артериальные осложнения
АПА – аневризма печеночной артерии
АРПА – аневризма реконструированной печеночной артерии
БА – баллонная ангиопластика
ВАТЛ – внутриартериальный тромбоз
КТ – компьютерная томография
ЛПА – левая печеночная артерия

ПА – печеночная артерия
СПА – стеноз печеночной артерии
ТП – трансплантация печени
ТПА – тромбоз печеночной артерии
УЗИ – ультразвуковое исследование
ЦМВ – цитомегаловирусная инфекция
ЧТЛАП – чрескожная транслуминальная ангиопластика

Введение

Трансплантация печени (ТП) представляет собой безальтернативный способ хирургического лечения терминальных стадий печеночной недостаточности, включая фульминантные формы [1]. Современные исследования демонстрируют высокие показатели выживаемости реципиентов: однолетняя выживаемость достигает 80–99%, а десятилетняя – в среднем 71% [2]. Однако послеоперационные артериальные осложнения (АО) остаются значимым фактором, влияющим на долгосрочный прогноз и функциональную состоятельность трансплантата [3].

Несмотря на относительно низкую частоту встречаемости, АО характеризуются высоким риском потери трансплантата и смертельного исхода вследствие нарушения васкуляризации пересаженного органа [4].

Статистические данные свидетельствуют о вариабельности частоты АО в зависимости от типа донорства: при трансплантации от посмертного донора она составляет около 7% [3–5], тогда как при трансплантации от живого донора достигает 13%. Общая частота АО у взрослых реципиентов варьирует в диапазоне 7,2–15%, при этом в педиатрической популяции данный показатель демонстрирует тенденцию к увеличению [5, 6].

Анализ современной научной литературы позволяет систематизировать АО после ТП по следующим категориям:

1. Тромбоз печеночной артерии (ТПА), частота встречаемости которого варьирует в пределах 1,9–16,6%.

2. Стеноз печеночной артерии (СПА) или артериального анастомоза, наблюдающийся в 0,8–13% случаев.

3. Аневризма печеночной артерии (АПА), встречающаяся в 0–3% случаев.

4. Разрыв печеночной артерии (ПА), регистрируемый в 0,64% наблюдений [6, 7].

По временному критерию данные осложнения классифицируются на ранние, развивающиеся в течение первых 4 недель после трансплантации, а также поздние, возникающие спустя 4 недели и более после оперативного вмешательства.

Артериальные осложнения встречаются сравнительно нечасто, но они представляют собой наибольшую угрозу для пациента, так как часто приводят к дисфункции трансплантата, требующей проведения ретрансплантации [8, 9].

Факторы риска развития артериальных осложнений

Тромбоз печеночной артерии (ТПА) представляет собой наиболее распространенное АО после ТП, составляя до 50% всех АО. В большинстве случаев развитие ТПА требует выполнения ретрансплантации органа. В зависимости от характера окклюзии различают окклюзионный тромбоз, характерный для раннего послеоперационного периода, и неокклюзионный тромбоз, преимущественно развивающийся в позднем периоде [10, 11]. Развитие данного осложнения обусловлено комплексом хирургических и нехирургических факторов. К хирургическим факторам относятся технические особенности формирования сосудистого анастомоза, несоответствие размеров трансплантата, малый диаметр артерии (менее 3 мм), несоответствие диаметров сосудов донора и реципиента, а также особенности анатомического строения сосудистого русла [11, 12]. Нехирургические факторы включают наличие наследственных тромбофилий, цитомегаловирусную (ЦМВ) инфекцию донора, длительность холодовой и тепловой ишемии трансплантата, возраст донора и АВ0-несовместимость [12, 13].

Стеноз ПА (СПА) развивается вследствие травматизации интимы сосуда во время операции, что приводит к пролиферации фибробластов. Существенную роль в патогенезе играют нарушение кровоснабжения сосудистой стенки и иммунологические факторы, в частности, острое клеточное отторжение [13, 14].

Наиболее неблагоприятным осложнением является АПА, характеризующаяся летальностью, превышающей 50% [14, 15]. Развитие аневризмы обусловлено как механическими факторами, включающими особенности хирургической реконструкции, травматизацию сосудистой стенки и нарушение ее кровоснабжения, так и инфекционными осложнениями, связанными с билиарными нарушениями, несостоятельностью билиодигестивных анастомозов и энтеритом [13, 15].

Лечение артериальных осложнений

В настоящее время эндоваскулярные методы лечения, включающие селективный тромболизис, баллонную ангиопластику (БА) и стентирование, становятся методом выбора при лечении АО после ТП [16, 17]. Малоинвазивность данных вмешательств, выполняемых под контролем компьютерной визуализации, обеспечивает лучшую переносимость процедур пациентами

[16, 18]. Своевременная диагностика и применение эндоваскулярных методов имеют решающее значение для сохранения трансплантата и улучшения показателей выживаемости реципиентов [18–20].

Кровоснабжение печени осуществляется из двух источников: воротной вены и ПА, обеспечивающих адекватную перфузию как паренхимы органа, так и билиарной системы. Типичная анатомическая картина представлена единственной ПА, отходящей от чревного ствола совместно с селезеночной и левой желудочной артериями. Общая ПА делится на гастродуоденальную и собственно ПА, которая в свою очередь формирует правую и левую ветви [19, 20].

Вариантная анатомия ПА, классифицируемая по системам Michels и Hiatt, представлена различными анатомическими конфигурациями [20, 21]. Наиболее распространенными вариантами являются отхождение левой печеночной артерии (ЛПА) от левой желудочной артерии и правой печеночной артерии от верхней брыжечной артерии. Аберрантные артерии могут быть как дополнительными, так и замещающими, что определяется их ролью в кровоснабжении соответствующей доли печени [21].

Идентификация и правильная оценка аберрантных артерий критически важна на этапе получения донорского органа. При этом интраоперационная верификация характера аберрантных сосудов (дополнительный или замещающий) может быть затруднена ввиду невозможности исследования внутрипеченочных ветвей [22]. Стратегия сохранения аберрантных артерий, направленная на обеспечение адекватного кровоснабжения трансплантата, может потребовать выполнения множественных артериальных анастомозов. Это, в свою очередь, повышает риск развития послеоперационных осложнений, включая стеноз, тромбоз, формирование аневризм и кровотечение [6, 23].

Особого внимания заслуживает феномен артериальных коллатералей. В отличие от нативной печени, где перевязка ПА может компенсироваться коллатеральным кровотоком, при ТП нарушение артериального кровоснабжения часто приводит к серьезным осложнениям вследствие отсутствия коллатерального кровообращения [24]. Жизнеспособность трансплантата в условиях компрометированного артериального кровотока возможна только при достаточном портальном кровотоке и развитии новых коллатералей [17, 25, 26].

При планировании хирургического лечения осложнений после ТП принципиально важно учитывать тип выполненного артериального анастомоза [24, 27]. Качество артериальной реконструкции играет определяющую роль в профилактике тромбоза, который может привести к билиарным осложнениям и потере трансплантата. Данный этап операции зачастую является технически наиболее сложным и может потребовать применения микрохирургической техники [25, 27].

При стандартной анатомии ПА традиционно выполняется анастомоз «конец в конец» между площадкой гастродуоденальной артерии трансплантата и общей ПА реципиента с формированием широкой площадки путем рассечения последней [26, 27]. В случаях короткой донорской ПА малого диаметра или при стенозе чревного ствола возможно использование промежуточного кондуита, наиболее часто – аллотрансплантата подвздошной артерии с формированием анастомоза «конец в бок» с брюшной аортой [27, 28]. Также описано применение кондуитов из донорской гастродуоденальной, селезеночной, правой желудочно-сальниковой, лучевой, верхней и нижней брыжеечных артерий и большой подкожной вены [28, 29].

Вариантная анатомия ПА, требующая сложной реконструкции, потенциально увеличивает частоту АО [6, 27]. При этом исследования показывают, что наилучшие результаты достигаются при выполнении максимально коротких реконструкций [16, 29], хотя адекватная техническая реализация позволяет добиться хороших долгосрочных результатов при любых анатомических вариантах [6, 30].

Современные исследования демонстрируют, что при наличии аберрантной ЛПА предпочтительно выполнение дополнительного анастомоза с ветвью реципиента, например, с гастродуоденальной артерией, вместо сохранения длинной нативной артерии [31]. Избыточная длина сосуда и измененный угол его отхождения являются значимыми факторами риска развития тромбоза [5, 6].

Важно отметить, что реконструкция артерий при наличии вариантной анатомии требует более длительного времени тепловой ишемии из-за необходимости выполнения множественных анастомозов до восстановления кровотока [29, 32]. R. Montalti et al. предложили методику предварительной подготовки артерий трансплантата и реципиента для выполнения единого анастомоза с сохранением адекватного кровоснаб-

жения всех отделов донорской печени [13], что позволяет снизить частоту послеоперационных осложнений [10, 11].

Исследования R. Karakoyun et al. не выявили существенных различий в частоте билиарных и артериальных осложнений, а также показателях выживаемости трансплантата и пациента между группами со стандартной и вариантной анатомией [33, 34]. При этом частота ТПА при артериальной реконструкции при наличии вариантной анатомии составила 0,7% [35, 36].

При трансплантации фрагмента печени от живого донора выполнение одиночного анастомоза с левой долей при наличии двух артерий не оказывало значимого влияния на выживаемость пациентов и частоту билиарных осложнений [24, 37]. S. Yilmaz et al. рекомендуют при наличии технической возможности восстанавливать обе артерии, хотя реконструкция единственной артерии не является фактором риска дисфункции трансплантата [18, 19].

Тромбоз печеночной артерии после трансплантации печени

Этиология и патогенез данного осложнения остаются достаточно противоречивыми и, в большинстве случаев, неизвестными. Первоначально это осложнение было наиболее распространено у детей. Однако благодаря улучшению хирургической техники, послеоперационного ухода и методов иммуносупрессии его частота значительно снизилась. Тем не менее это остается одним из самых тяжелых осложнений, которое значительно увеличивает заболеваемость, риск потери трансплантата и смертность. В настоящее время оно составляет более 50% всех АО и по-прежнему чаще встречается у детей [24, 25].

Частота раннего ТПА после ТП варьируется в пределах от 1,9 до 16,6% [11, 26, 27]. В исследовании J. Bekker et al., охватившем 21822 пациента после ТП, было выявлено 843 случая раннего ТПА как среди взрослых, так и детей, что составило общую частоту 4,4% [15, 29, 30]. У взрослых этот показатель равнялся 2,9%. До внедрения микрохирургических техник частота ТПА достигала 14–25% [6, 29]. При этом у 80% пациентов кровоток по ПА обеспечивался с помощью кондуита, изготовленного из подкожной вены донора [36, 37].

Реконструкции ПА при ТП от живых доноров существенно отличаются от аналогичных операций с использованием органов от умер-

ших доноров. Часто встречаются множественные анатомические вариации как у донора, так и у реципиента, мелкий диаметр сосудов или их повреждения, что требует применения широкого спектра реконструктивных методик [27, 38].

Применение микрососудистой хирургии позволило снизить частоту ТПА до 1,7%. Использование хирургических луп с шестикратным увеличением показало аналогичные или даже лучшие результаты как у взрослых, так и у детей по сравнению с операционным микроскопом [5, 39].

Среднее время выявления раннего ТПА составляет 6,9 дня, а позднего – 6 месяцев [5, 40]. Кроме того, не было обнаружено значимой связи между частотой ТПА и использованием органов от умерших или живых доноров.

Распространенность позднего ТПА варьирует от 1 до 25% [4, 41]. J. Torras et al. сообщили о частоте 7,5% (35 из 413 случаев) [12]. Из них 16 случаев произошли в течение первого месяца после трансплантации (ранний ТПА), диагноз был поставлен через 1–13 дней после операции. В 12 случаях был диагностирован поздний ТПА, который возник через 30 дней и более, с медианным временем выявления около 5 месяцев [8, 41].

Факторы риска тромбоза печеночной артерии после трансплантации печени

Факторы риска развития ТПА были выявлены, однако системных анализов влияния анатомических особенностей ПА и типа реконструкции на результаты ТП по-прежнему недостаточно [7, 42]. Качество выполнения реконструкции сосудов играет ключевую роль в предотвращении артериального тромбоза.

Развитие осложнений, связанных с ПА, после трансплантации обусловлено множеством причин. Среди них: анатомические вариации ПА, малый диаметр сосуда, повреждения, возникающие при изъятии органа или выполнении анастомоза, длительное пережатие, перегиб сосуда, избыточная длина, а также гематомы стенки артерии. Кроме того, качество сосудов и несоответствие диаметров артерий донора и реципиента требуют тщательного подхода к выбору реконструктивной методики и контроля во время операции [19, 43].

В раннем послеоперационном периоде количество выполненных артериальных анастомозов может быть дополнительным фактором риска ТПА, тогда как поздние осложнения чаще имеют другие причины. До 20% случаев ТПА связаны с артериальным анастомозом и сложностями

его выполнения. Иногда требуется проведение сложных реконструкций ПА с использованием аллотрансплантатов. Дополнительными факторами риска могут быть низкое качество сосудов донора или реципиента и высокое сопротивление микрососудистому оттоку, вызванное отторжением трансплантата или тяжелыми ишемическими повреждениями [20, 44].

Сообщалось, что ТПА может развиваться уже через несколько часов после трансплантации фрагмента печени. Малый диаметр сосуда (<2 мм) у донора или реципиента является одним из значимых факторов риска [8, 9, 45]. Дополнительным фактором риска расслоения интимы может быть предшествующее внутриартериальное лечение гепатоцеллюлярной карциномы перед трансплантацией [8, 46].

Предыдущие хирургические вмешательства также могут усложнять идентификацию и вскрытие артерии реципиента из-за образования плотных спаек.

Среди нехирургических факторов риска ТПА авторами выделяются: возраст донора более 60 лет, длительная холодовая и тепловая ишемия, несовместимость по системе АВ0, гиперкоагуляция, диагностируемая с помощью тромбоэластографии, положительный статус ЦМВ донора при отрицательном статусе реципиента, эпизоды отторжения трансплантата, ретрансплантация при первичном склерозирующем холангите [25, 47].

Отмечено, что положительный ЦМВ-статус донора и отрицательный статус реципиента могут быть связаны с повышенным риском позднего ТПА [3, 48].

Однако не все исследования подтверждают связь между временем холодовой ишемии, возрастом донора и риском развития ТПА [6]. Это подчеркивает сложность точного определения факторов риска, особенно для раннего ТПА.

ТПА чаще встречаются в клиниках с небольшим опытом (менее 30 операций в год), но с увеличением количества выполненных трансплантаций частота осложнений уменьшается, что указывает на значимость профессионального опыта [25, 49].

Некоторые исследователи считают, что инициирующими факторами развития ТПА являются стеноз и перегиб ПА, в то время как другие отмечают ключевую роль гиперкоагуляции, диагностируемой с помощью тромбоэластографии, в ближайшем послеоперационном периоде [49].

Значительное увеличение частоты ТПА наблюдается у пациентов с осложненными реконструкциями артерий (10,5% против 2,0%) [6], хотя имеются исследования, которые не подтверждают эту зависимость [2].

В исследовании L.M. Marín-Gómez et al. было установлено, что скорость интраоперационного кровотока в ПА может быть прогностическим фактором ТПА. Скорость менее 100 мл/мин во время операции ассоциируется с повышенным риском тромбоза [4].

Использование артериальных аллотрансплантатов в качестве кондуитов также рассматривается как фактор риска, требующий проведения профилактических мероприятий [8]. У пациентов с наследственными тромбофилическими заболеваниями рекомендуется профилактика тромбоцических осложнений.

Клиническая картина тромбоза печеночной артерии (раннего и позднего) после трансплантации печени

Клинические проявления ТПА после ТП характеризуются умеренным повышением уровня аланинаминотрансферазы, аспартатаминотрансферазы и билирубина. Характерными осложнениями этого состояния являются патология желчевыводящих путей (15%), боль, утомляемость, лихорадка, лейкоцитоз и сепсис (6%), полная дисфункция трансплантата или его потеря (4%) [8].

Картина ТПА зависит как от сроков после трансплантации, так и от наличия коллатерального кровообращения [8], которое может сформироваться уже через две недели после операции. Ранний ТПА, как правило, сопровождается первичным нефункционированием трансплантата или его тяжелой дисфункцией. Нарушение кровоснабжения эпителия желчных протоков и гепатоцитов приводит к их повреждению [6, 46].

Таким образом, выделяют две основные формы ТПА:

1. Ранний ТПА (острое течение): сопровождается тяжелым клиническим течением с лихорадкой, значительным лейкоцитозом и повышением уровня печеночных ферментов. Некроз желчевыводящих путей, возникающий при раннем ТПА, может привести к неконтролируемому септическому шоку и гибели пациента [25, 47].

2. Поздний ТПА (отсроченное течение): обычно характеризуется более мягкой клинической картиной, хотя нередко протекает бессимптомно. У 50% пациентов с поздним ТПА отмечается

лишь повышение функциональных печеночных проб без явных клинических признаков [7, 48].

*Патофизиологические особенности
тромбоза печеночной артерии*

Ранний ТПА приводит к повреждению эпителия желчных протоков и массивному некрозу гепатоцитов. Это связано с нарушением артериального кровотока как по основной ПА, так и по дополнительным коллатералям. В результате отмечается высокая частота билиарного сепсиса на ранних стадиях заболевания [25, 49].

Поздний ТПА, вероятно, обусловлен ишемическими или иммунологическими механизмами и может протекать скрыто. У пациентов с поздним ТПА часто возникают осложнения со стороны желчевыводящих путей, включая: рецидивирующий холангит, стриктуру или стеноз желчных протоков, желчные свищи, некроз желчевыводящих путей, образование абсцессов, сопровождающихся рецидивирующей лихорадкой и бактериемией [25, 49].

В редких случаях поздний ТПА может приводить к ишемии и печеночной недостаточности, усугубляя клиническую ситуацию [25].

*Диагностика тромбоза печеночной артерии
после трансплантации печени*

Ранняя диагностика ТПА имеет критическое значение для предотвращения потери трансплантата и своевременного начала терапии. В большинстве случаев ранний ТПА выявляется при рутинном послеоперационном ультразвуковом исследовании (УЗИ) еще до развития осложнений. УЗИ является проверенным, неинвазивным и экономически доступным методом диагностики. Отсутствие кровотока по ПА в режиме цветового дуплексного картирования – наиболее частая находка при ТПА. Диагностика также может включать отсутствие кровотока во внутрипеченочных ветвях артерии. В 92% случаев отсутствие сигналов кровотока по ПА подтверждает диагноз [5].

Для уточнения диагноза могут применяться методы компьютерной томографии (КТ) брюшной полости с контрастированием и (или) висцеральной ангиографии. УЗИ и КТ-ангиография остаются неинвазивными и эффективными методами визуализации, в то время как традиционная ангиография используется для подтверждения диагноза и, при необходимости, выполнения интервенционных процедур [9].

Протоколы мониторинга состояния ПА после ТП варьируются в разных медицинских учреждениях. Тем не менее, УЗИ позволяет с высокой точностью выявить снижение или отсутствие кровотока, что дает возможность своевременно провести реваскуляризацию и спасти трансплантат и пациента [22].

Диагноз подтверждается с помощью КТ-ангиографии или традиционной ангиографии, которые также позволяют точно выявить анатомические нарушения, такие как стеноз или перегиб артерии, с высокой чувствительностью и специфичностью [15].

Е. Pareja et al. [7, 43] предложили протокол раннего скрининга ТПА, включающий проведение УЗИ в течение первых 48 часов после ТП и повторное исследование через 7 дней. Если при первом обследовании были обнаружены признаки АО, рекомендовано выполнение УЗИ с контрастированием или КТ. При подтверждении диагноза выполняют ангиографию [5, 42].

Регулярное послеоперационное наблюдение с использованием УЗИ, в том числе ежегодные обследования, помогает выявлять гиперплазию интимы, которая может приводить к прогрессирующему СПА и предшествовать позднему ТПА. В некоторых случаях СПА стимулирует развитие коллатерального кровообращения, защищающего печень от ишемии в случае ТПА [9, 33].

О. Abbasoglu et al. установили, что чувствительность УЗИ при выявлении СПА достигает 85%. Ранняя диагностика с использованием УЗИ демонстрирует чувствительность 100%, специфичность 99,5%, положительную прогностическую ценность 95%, а общая диагностическая эффективность составляет до 99,5% [25, 49].

Для уточнения диагноза также применяются мультidetекторная компьютерная томографическая ангиография и стандартная ангиография, которая считается «золотым стандартом» диагностики СПА [9, 33].

Основными методиками лечения СПА являются: чрескожная транслюминальная ангиопластика (ЧТЛАП) с установкой стента или без него, хирургическая ревизия и ретрансплантация.

ЧТЛАП является высокоэффективным методом лечения, однако его применение сопровождается 7–12% осложнений, таких как расслоение и разрыв артерии, рестеноз (25%) или тромбоз. При этом 12% процедур оказываются неудачными [6, 49].

Хирургическая ревизия и ретрансплантация обеспечивают высокий уровень успеха, но свя-

заны с 20% смертностью. Таким образом, выбор между хирургическими и эндоваскулярными методами лечения зависит от клинической ситуации, состояния пациента и эффективности предыдущих вмешательств [26, 29].

О. Abbasoglu et al. сообщили о 35 случаях ревизии, включавших выполнение аортопеченочного анастомоза с использованием подвздошной артерии или подкожной вены после резекции стенозированного сегмента. У всех пациентов кровоток по ПА был успешно восстановлен. При среднем наблюдении в течение 25 месяцев у 67% пациентов не было осложнений, и функции печени оставались нормальными [25, 49].

В другом исследовании 6 пациентов с СПА прошли лечение с использованием ЧТЛАП. У 5 из них отмечено бессимптомное течение при среднем наблюдении в течение 25 месяцев [26, 38]. Это подтверждает, что СПА на поздних стадиях, осложненных неэффективностью эндоваскулярных методов, может быть показанием к повторной ревизии, реконструкции артерий или ретрансплантации [22].

Клинические проявления СПА варьируются от нормальной функции трансплантата до полной его дисфункции, с ишемией или некрозом. У большинства пациентов СПА протекает бессимптомно и выявляется при рутинном УЗИ. Основным клиническим признаком, как сообщают О. Abbasoglu et al., – это повышение уровня печеночных ферментов [25, 39].

Учитывая неспецифическую клиническую картину, регулярное УЗИ особенно важно для раннего выявления СПА у бессимптомных пациентов. Скрининг необходим при изменении функциональных показателей печени, поскольку своевременная диагностика СПА улучшает выживаемость пациента и сохранность трансплантата [27, 49].

Лечение и профилактика тромбоза печеночной артерии после трансплантации печени

На сегодняшний день выбор наиболее эффективного метода остается предметом дискуссий и зависит от времени постановки диагноза. Ранняя диагностика, своевременная реваскуляризация или ретрансплантация считаются ключевыми мерами для спасения пациентов с ранним ТПА. В большинстве клиник острый ТПА, диагностированный в течение первых 5 дней после трансплантации, лечится хирургическим способом [17, 39].

Хирургическое лечение раннего ТПА включает такие методы, как тромбэктомия, реанастомоз ПА или ревизия анастомоза с пластикой. Простейшим вариантом хирургической реваскуляризации является тромбэктомия катетером Фогарти с последующей реконструкцией ПА [7, 25]. Однако при чрезмерном натяжении артерии возможно развитие сосудистого спазма, повреждения интимы, что может стать причиной непригодности артерии для анастомоза. В таких случаях используют экстраанатомические реконструкции с задействованием гастродуоденальной, желудочной, селезеночной артерий либо аутовенозных вставок [4, 16].

Хотя хирургическая реваскуляризация позволяет сохранить трансплантат и не снижает показатели выживаемости, в 50% случаев наблюдаются осложнения со стороны желчевыводящих путей [19]. Исторически ретрансплантация считалась наиболее надежным методом, обеспечивающим лучшие клинические результаты. Однако нехватка донорских органов и тяжелое состояние пациента могут ограничивать этот вариант [3, 8].

Если тромбоз затрагивает внутривенные сосуды, хирургическая реваскуляризация часто оказывается неэффективной. В таких случаях все чаще применяют эндоваскулярные методы: внутриартериальный тромболизис (ВАТЛ), ЧТЛАП и установка стентов. Эти методы позволяют восстановить кровоток и в ряде случаев достигают обнадеживающих результатов.

Как указывали W.E. Saad et al., оптимальное время для проведения ВАТЛ составляет от 1–3 недель до 1–3 месяцев после трансплантации [22, 43]. В некоторых случаях, например, при невозможности хирургического вмешательства, ВАТЛ может быть выполнен в течение первой недели, хотя это увеличивает риск осложнений [27, 12]. Средний интервал между трансплантацией и тромболизисом составляет 53 дня, что обеспечивает успешное и безопасное выполнение процедуры [7, 40].

Несмотря на достижения эндоваскулярных вмешательств, их широкое применение ограничено из-за риска осложнений, таких как кровотечение, наблюдаемое у 20% пациентов. Внутривенные кровотечения в редких случаях могут приводить к смертельному исходу. Однако высокая концентрация тромболитиков вблизи тромба минимизирует системные побочные эффекты [28, 33].

Основные осложнения тромболизиса включают ретромбозы, повреждение сосудистой стенки

и разрывы артерий. В таких случаях требуется хирургическое вмешательство или ретрансплантация. Эндоваскулярные методы чаще применяются у бессимптомных пациентов, чтобы избежать более инвазивных процедур [23, 27].

Некоторые пациенты с поздним ТПА выживают благодаря развитию коллатерального кровообращения дистальнее окклюзии, что позволяет избежать реваскуляризации или ретрансплантации. Однако такие случаи редки [17, 24].

Неоваскуляризация печени чаще наблюдается при позднем ТПА, развитии СПА или тромбозе на уровне билиодигестивного анастомоза. Гипоксия печени, вызванная тромбозом, индуцирует ангиогенез через факторы роста эндотелия сосудов (VEGF) и индуцируемый гипоксией фактор 1- α (HIF-1 α), что способствует формированию новых сосудов [13].

Сообщалось о случаях неоваскуляризации салниковых, брыжеечных, поясничных, почечных и подвздошных артерий [12, 13]. Тем не менее, такой ангиогенез наблюдается только при хронической или замедленной ишемии.

Тромболитические препараты, такие как урокиназа, стрептокиназа, алтеплаза, демонстрируют относительную эффективность и безопасность. Однако до сих пор не существует стандартизованных рекомендаций по применению ВАТЛ, включая оптимальные дозировки и протоколы [6, 11]. Некоторые исследования предлагают сочетать тромболитическую терапию с низкими дозами гепарина, особенно в раннем послеоперационном периоде, несмотря на риск кровотечений.

ЧТЛАП часто сочетается с БА или установкой стента для лечения анатомических дефектов, таких как перегибы и стенозы анастомоза [23, 40]. Эти комбинированные подходы показывают лучшие результаты по сравнению с использованием одного метода.

Ретрансплантация остается методом выбора при неудачах реваскуляризации или тромболитической терапии, особенно у пациентов с ранним ТПА. Исследование J.P. Duffy et al. показало, что из 203 пациентов с ТПА ретрансплантация была выполнена у 153 (75%), что обеспечило лучшие клинические результаты [8, 38].

Хирургическая реваскуляризация, эндоваскулярные вмешательства и ретрансплантация имеют свои преимущества и ограничения. Несмотря на успехи тромболитической терапии, нет единого стандарта для лечения ТПА. Необходимы дальнейшие исследования для разработки оптимальных протоколов [8, 42].

Частота возникновения артериальных осложнений трансплантации печени и их влияние на выживаемость

Частота ТПА оказывает существенное влияние на выживаемость трансплантата и пациентов. Согласно M.A. Silva et al., смертность после ТП при развитии ТПА достигает 23% [21, 31]. В мета-анализе J. Bekker et al. ранний ТПА указывался как основная причина потери трансплантата (53,1%) и смертности (33,3%) [15]. Выживаемость пациентов после реваскуляризации составила 40% среди пациентов с симптомами, по сравнению с 82% у бессимптомных [8, 16].

В связи с нехваткой донорских органов и высокой смертностью, связанной с ретрансплантацией, эндоваскулярная терапия становится предпочтительным методом лечения в ряде случаев. Тем не менее, в раннем послеоперационном периоде пациенты с тяжелой дисфункцией трансплантата чаще всего нуждаются в ретрансплантации. Частота ретрансплантаций варьируется от 25 до 83% у пациентов, не получавших реваскуляризацию, и от 28 до 35% у тех, кто прошел эту процедуру [16].

СПА – это сужение просвета реконструированных артерий трансплантата печени (в большинстве случаев, реконструированная печеночная артерия), которое приводит к ишемии трансплантата и обычно сопровождается изменением биохимических показателей печени [8]. В большинстве случаев причиной СПА являются технические ошибки, приводящие к повреждению интимы сосуда, некрозу и образованию рубца. СПА снижает кровоток и увеличивает риск развития ТПА.

Ангиопластика, выполненная в раннем послеоперационном периоде, может привести к разрыву шва или повреждению интимы, что может иметь катастрофические последствия [17].

Факторы риска СПА остаются недостаточно изученными, однако они могут быть связаны с техническими особенностями выполнения анастомоза (грубое обращение с сосудами, зажимы, повреждение интимы), анатомическими особенностями донора и реципиента (длина реконструированной ПА, перегибы, углы наклона, разница в диаметре сосудов), внешней компрессией или повреждением “vasa vasorum”, острым клеточным отторжением трансплантата [25, 33].

Клинически значимая СПА определяется как сужение просвета артерии более чем на 50%, сопровождающееся индексом резистентности менее 0,5 и пиковой систолической скоростью

свыше 400 см/с при УЗИ [3, 17]. Если СПА не лечится, в течение 6 месяцев он прогрессирует до ТПА в 65% случаев. СПА и ТПА являются двумя взаимосвязанными компонентами ишемии трансплантата [3, 8].

Частота осложнений со стороны желчевыводящих путей при СПА значительно ниже, чем при ТПА, но может достигать 67% [26]. E. Volpin et al. сообщили о случаях, когда нелеченные стенозы анастомоза ПА прогрессировали до ТПА [30].

Согласно O. Abbasoglu et al., частота СПА составляла 4,8% в группе из 857 пациентов, перенесших трансплантацию печени с 1988 по 1995 год [25]. Среднее время до постановки диагноза составило 100 дней (диапазон 1–1220 дней), что подтверждали данные A.L. Denys et al., где среднее время до диагноза составило 94 дня [27, 38].

СПА классифицируется на ранний СПА (диагностируется в течение 30 дней после трансплантации) и поздний СПА (диагностируется через 30 дней после трансплантации).

J. Chen et al. сообщили, что общая частота СПА составляла 2,8%, причем ранний СПА встречался в 40% случаев, а поздний – в 60%. Среднее время между трансплантацией и постановкой диагноза составило 91 день [39].

Стеноз анастомоза чаще всего развивается в течение первых трех месяцев после трансплантации и является наиболее распространенным местом формирования стеноза [22].

Отсроченные осложнения и эффективность чрескожной транслуминальной ангиопластики

Отсроченные осложнения СПА после ЧТЛАП, включая рецидивирующий стеноз, возникают в 5% случаев в течение 30 дней после процедуры. При этом частота рецидивов стеноза достигает 75%, что указывает на необходимость долгосрочного мониторинга [25].

A.L. Denys et al. сообщили о низкой частоте ТПА среди 13 пациентов, которым в ПА устанавливался стент. Эти пациенты получали антикоагулянтную или антитромбоцитарную терапию. Среди них был один случай ТПА и четыре случая рестеноза внутри стента, которые были успешно устранены [27].

Наилучшее время для проведения эндоваскулярного вмешательства после ТП остается предметом дискуссий. Однако метод обеспечивает приемлемое соотношение пользы и риска, позволяя проводить вмешательство на любом этапе послеоперационного периода [6, 19].

N. Rostambeigi et al. отметили, что ЧТЛАП, как отдельно, так и в сочетании с установкой стента, демонстрирует высокую эффективность, снижая частоту ретрансплантаций и сохраняя трансплантат [29].

Прогноз при стенозе печеночной артерии после трансплантации печени

O. Abbasoglu et al. сообщили, что общая смертность пациентов с СПА составила 20%, преимущественно в группе с хирургическими вмешательствами [25]. Ретрансплантация была выполнена у 19% пациентов, при этом у 5 из них имелось хроническое отторжение, не диагностированное до ревизии ПА. Это позволяет предположить, что СПА может быть ранним признаком хронического отторжения [26, 42].

Рекомендуется проведение скрининга на хроническое отторжение при диагностике СПА. Выживаемость пациентов и трансплантатов через 4 года составила 65% и 56% соответственно, что не отличалось от группы сравнения [26].

Аневризма реконструированной печеночной артерии

Аневризма реконструированной печеночной артерии (АРПА) – это расширение ПА, связанное с повреждением артериальной стенки, которое чаще всего возникает в результате ятрогенных повреждений. Частота АРПА после ТП варьируется от 0,27 до 3% [27, 39].

Большинство аневризм локализуются внепеченочно, и их развитие отмечается преимущественно в первые 35 дней после трансплантации. Среднее время проявления АРПА составляет 13 дней [20, 49].

Факторы риска развития АРПА включают технические ошибки при выполнении анастомоза, повреждение "vasa vasorum", чрезмерную длину ПА с перегибами, острое клеточное отторжение [30, 44].

Частота инфицирования АРПА достигает 81%. Раннее распознавание и лечение позволяют добиться успешных результатов в 100% случаев [30, 45].

Лечение аневризмы реконструированной печеночной артерии

Лечение АРПА может быть выполнено с использованием хирургических методов или интервенционной радиологии. В исследовании E. Volpin et al. [30] срочная лапаротомия и перевязка ПА были выполнены у 5 пациентов. Трое из

них скончались в ближайшем послеоперационном периоде, а у 2 выживших развились осложнения со стороны желчевыводящих путей. У 5 пациентов ПА была восстановлена, при этом у 2 были использованы криоконсервированные аллотрансплантаты. Среди всех пациентов этой подгруппы осложнения со стороны желчевыводящих путей наблюдались в 3 случаях. Общая летальность составила 28%, но среди 66% успешно пролеченных пациентов осложнений не возникло, что демонстрирует перспективные результаты для неотложной хирургии [30, 43].

Два пациента из этого исследования прошли лечение методом интервенционной рентгенологии. Одному из них была выполнена эмболизация спиралью с последующей окклюзией ПА. Через 10,5 года наблюдения пациент сохранял хорошую функцию печени без осложнений со стороны желчевыводящих путей. У второго пациента аневризма была закрыта с помощью стента; спустя 10 лет функция печени также оставалась стабильной [29].

В некоторых случаях лечение АРПА после ТП проводилось с использованием эмболизации N-бутил-2-цианоакрилатом (Nbca). Этот метод оказался успешным благодаря образованию коллатеральной сосудистой сети вокруг трансплантата и желчного протока. Nbca чаще всего используется для эмболизации аневризм, артериовенозных мальформаций и варикозного расширения вен. Его смешивают с липидолом, и при попадании в кровоток реагент полимеризуется, эффективно перекрывая кровоснабжение [30].

Преимуществом использования Nbca перед спиральной эмболизацией является возможность применения в извилистых сосудах, а также минимальный риск реканализации после инъекции [30].

Прогноз после трансплантации печени при аневризме реконструированной печеночной артерии

Разрыв АПА сопровождается массивным кровоизлиянием, что приводит к нарушению артериального кровоснабжения трансплантата, его утрате и высокой смертности. Это состояние является одним из самых тяжелых осложнений и требует экстренного хирургического вмешательства.

В литературе неоднократно подчеркивалась роль инфекционного фактора в развитии АРПА. В половине случаев инфекция остается нераспо-

знанной до развития осложнений, но она всегда требует незамедлительного вмешательства [6, 46].

Обсуждение

Анализируя данные литературы, становится очевидным, что профилактика и своевременная диагностика АО после ТП являются ключевыми аспектами в обеспечении успешных клинических исходов. В условиях стремительного роста числа трансплантаций, расширения показаний к операции и улучшения доступности этой процедуры, АО становятся важнейшей проблемой, требующей постоянного внимания специалистов.

Одним из критических факторов профилактики осложнений является учет индивидуальных анатомических особенностей сосудистого русла печени на этапе предоперационного планирования. Вариантная анатомия ПА, как показано в многочисленных исследованиях, существенно повышает риск развития тромбозов, стенозов и других осложнений. Таким образом, выбор методики реконструкции должен базироваться на точной предоперационной оценке, что позволит минимизировать вероятность АО.

Совершенствование методов диагностики также имеет важное значение. Раннее выявление осложнений с помощью УЗИ, КТ с контрастированием и ангиографии позволяет вовремя начать лечение, предотвращая тяжелые последствия. Протоколы мониторинга состояния сосудов трансплантата должны быть стандартизированы и включать регулярные послеоперационные обследования, особенно у пациентов из группы высокого риска.

Лечение уже развившихся АО представляет собой сложную задачу, требующую индивидуального подхода. Современные методы лечения, такие как ЧТЛАП, установка стентов и селективный тромболизис демонстрируют высокую эффективность в ряде случаев. Однако успех этих методов зависит от своевременности их применения и компетентности медицинского персонала. Хирургическая реваскуляризация и ретрансплантация остаются резервными методами, которые используются при неэффективности эндоваскулярных вмешательств.

Немаловажным направлением является развитие технологий, направленных на минимизацию послеоперационных осложнений. Использование микрососудистой хирургии, применение новых материалов для сосудистых кондуитов, совер-

шенствование методов тромболизиса и разработка протоколов ангиопластики позволяют значительно улучшить результаты лечения. Кроме того, использование современных тромболитических препаратов в комбинации с антикоагулянтной терапией открывает дополнительные возможности для снижения риска тромбозов.

Проблема АО после ТП приобретает все большую актуальность в связи с увеличением количества операций и улучшением их доступности. В этом контексте крайне важно не только разрабатывать новые методы лечения, но и фокусироваться на совершенствовании профилактических стратегий. Обучение специалистов, стандартизация протоколов диагностики и лечения, внедрение современных технологий и персонализированный подход к каждому пациенту играют ключевую роль в улучшении долгосрочных результатов ТП.

Таким образом, борьба с АО требует мультидисциплинарного подхода, включающего хирургов, радиологов, анестезиологов и специалистов по интенсивной терапии. Лишь совместными усилиями возможно добиться оптимальных клинических исходов, обеспечивая сохранность трансплантата и улучшение качества жизни пациентов.

Заключение

Артериальные осложнения после ортотопической трансплантации печени, несмотря на их сравнительно редкую частоту, представляют собой одну из самых серьезных угроз для выживаемости пациента и трансплантата. Их опасность обусловлена критическим нарушением кровоснабжения трансплантата, что может приводить как к ишемии паренхимы печени, так и к тяжелым билиарным осложнениям. Высокий риск потери трансплантата и смертельного исхода делает эту проблему одной из ключевых в трансплантационной медицине.

Диагностика и лечение таких осложнений остаются серьезной клинической задачей. Особую сложность представляет необходимость своевременного выявления ранних признаков осложнений, поскольку промедление может существенно ухудшить прогноз. Ультразвуковое исследование с доплерографией, мультidetекторная компьютерная томография с контрастированием и ангиография являются основными инструмен-

тами для ранней диагностики сосудистых нарушений. Однако эти методы требуют стандартизации протоколов применения, что позволит повысить точность и оперативность выявления осложнений.

Лечение артериальных осложнений требует индивидуального подхода, с учетом анатомических особенностей пациента и технической возможности выполнения эндоваскулярных или хирургических вмешательств. Современные методы, такие как чрескожная транслуминальная ангиопластика, установка стентов и внутриартериальный тромболизис, значительно расширяют возможности малоинвазивного восстановления кровотока. Однако, несмотря на их перспективность, эти методы требуют высокой квалификации специалистов и наличия соответствующего оборудования. Хирургическая реваскуляризация и ретрансплантация остаются крайними мерами, но играют важную роль в спасении пациентов при неудаче менее инвазивных подходов.

Не менее важной задачей является профилактика артериальных осложнений. Ключевым фактором в этом направлении является тщательная предоперационная оценка анатомии сосудистого русла, что позволяет выбрать оптимальную стратегию реконструкции. Кроме того, совершенствование хирургической техники, использование микрохирургических методов и внедрение современных материалов для сосудистых кондуитов значительно снижают риск осложнений.

Артериальные осложнения после трансплантации печени требуют мультидисциплинарного подхода, включающего усилия хирургов, радиологов, анестезиологов, гепатологов и специалистов по интенсивной терапии. Совместная работа этих специалистов позволяет добиться своевременной диагностики, эффективного лечения и, в конечном итоге, повышения выживаемости пациентов.

Таким образом, артериальные осложнения остаются центральным вызовом современной трансплантационной медицины, определяя границы возможностей хирургии и послеоперационного ведения пациентов. Борьба за артериальный анастомоз – это не просто очередная техническая задача, это принципиальный вопрос, где торжество науки, мастерства и инноваций – это спасенная жизнь пациента и его долгая полноценная жизнь.

Список литературы/References

1. Serrano MT, Sabroso S, Esteban LM, Berenguer M, Fondevila C, Lorente S, et al. Mortality and causes of death after liver transplantation: analysis of sex differences in a large nationwide cohort. *Transpl Int*. 2022;35:10263. PMID: 35615539 <https://doi.org/10.3389/ti.2022.10263>
2. Karakoyun R, Romano A, Yao M, Dlugosz R, Ericzon BG, Nowak G. Impact of hepatic artery variations and reconstructions on the outcome of orthotopic liver transplantation. *World J Surg*. 2020;44(6):1954–1965. PMID: 32030440 <https://doi.org/10.1007/s00268-020-05406-4>
3. Zhang R, Zhang HZ, Han T, We ZG, Shi ZY, Xu J. Effect of accessory hepatic artery reconstruction on prognosis in orthotopic liver transplantation: a single center experience. *BMC Surgery*. 2023;23(1):138. PMID: 37208662 <https://doi.org/10.1186/s12893-023-02021-7>
4. Marin-Gomez LM, Bernal-Bellido C, Alamo-Martinez JM, Porras-Lopez FM, Suarez-Artacho G, Serrano-Diaz-Caneado J, et al. Intraoperative hepatic artery blood flow predicts early hepatic artery thrombosis after liver transplantation. *Transplant Proc*. 2012;44(7):2078–2081. PMID: 22974916 <https://doi.org/10.1016/j.transproceed.2012.07.077>
5. Malek-Hosseini SA, Jafarian A, Nikeghbalian S, Poustchi H, Lankarani KB, Nasiri Toosi M, et al. Liver transplantation status in Iran: a multi-center report on the main transplant indicators and survival rates. *Arch Iran Med*. 2018;21(7):275–282. PMID: 30041524
6. Nejatollahi SMR, Nazari M, Mostafavi K, Ghorbani F. Reoperation etiologies in the initial hospital stay after liver transplantation: a single-center study from Iran. *Korean J Transplant*. 2023;37(2):103–108. PMID: 37435148 <https://doi.org/10.4285/kjt.23.0026>
7. Pareja E, Cortes M, Navarro R, Sanjuan F, López R, Mir J. Vascular complications after orthotopic liver transplantation: hepatic artery thrombosis. *Transplant Proc*. 2010;42(8):2970–2972. PMID: 20970585 <https://doi.org/10.1016/j.transproceed.2010.07.063>
8. Duffy JP, Hong JC, Farmer DG, Ghobrial RM, Yersiz H, Hiatt JR, et al. Vascular complications of orthotopic liver transplantation: experience in more than 4,200 patients. *J Am Coll Surg*. 2009;208(5):896–903. PMID: 19476857 <https://doi.org/10.1016/j.jamcoll-surg.2008.12.032>
9. Abdel Aal AS, Abdel Nasser AA, Bahaa ED MM, Elghandour AM, Elsaid KM. Management of vascular complications in adult-to-adult living donor liver transplant recipients: a single-group experience with 1000 cases. *The Egyptian Journal of Surgery*. 2022;41(3):1415–1422. https://doi.org/10.4103/ejs.ejs_224_22
10. Akbulut S, Kutluturk K, Yilmaz S. Hepatic artery reconstruction technique in liver transplantation: experience with 3,000 cases. *Hepatobiliary Surg Nutr*. 2021;10(2):281–283. PMID: 33898579 <https://doi.org/10.21037/hbsn-21-2>
11. Chen J, Weinstein J, Black S, Spain J, Brady PS, Dowell JD. Surgical and endovascular treatment of hepatic arterial complications following liver transplant. *Clin Transplant*. 2014;28(12):1305–1312. PMID: 25091402 <https://doi.org/10.1111/ctr.12431>
12. Torras J, Lladó L, Figueras J, Ramos E, Lama C, Fabregat J, et al. Diagnostic and therapeutic management of hepatic artery thrombosis after liver transplantation. *Transplant Proc*. 1999;31(6):2405. PMID: 10500642 [https://doi.org/10.1016/s0041-1345\(99\)00403-0](https://doi.org/10.1016/s0041-1345(99)00403-0)
13. Montalti R, Benedetti Cacciaguerra A, Nicolini D, Ahmed EA, Coletta M, De Pietri L, et al. Impact of aberrant left hepatic artery ligation on the outcome of liver transplantation. *Liver Transpl*. 2018;24(2):204–213. PMID: 29211941 <https://doi.org/10.1002/lt.24992>
14. Marinescu Ș, Tănase B, Cirimbei C, Simion L. The importance of route anatomic variants of the common hepatic artery. *Chirurgia*. 2021;116(4):466–472. PMID: 34498565 <https://doi.org/10.21614/chirurgia.116.4.466>
15. Bekker J, Ploem S, de Jong KP. Early hepatic artery thrombosis after liver transplantation: a systematic review of the incidence, outcome and risk factors. *Am J Transplant*. 2009;9(4):746–757. PMID: 19298450 <https://doi.org/10.1111/j.1600-6143.2008.02541.x>
16. Schroering JR, Kubal CA, Fridell JA, Hathaway TJ, Robinson RC, Mangus RS. Impact of variant donor hepatic arterial anatomy on clinical graft outcomes in liver transplantation. *Liver Transpl*. 2018;24(10):1481–1484. PMID: 30054968 <https://doi.org/10.1002/lt.25316>
17. Hevelke P, Grodzicki M, Nyckowski P, Zieniewicz K, Patkowski W, Alsharabi A, et al. Hepatic artery reconstruction prior to orthotopic liver transplantation. *Transplant Proc*. 2003;35(6):2253–5. PMID: 14529905 [https://doi.org/10.1016/s0041-1345\(03\)00796-6](https://doi.org/10.1016/s0041-1345(03)00796-6)
18. Yilmaz S, Akbulut S, Kutluturk K, Dogan SM, Baskiran A, Ersan V, et al. Splenic artery transposition for hepatic artery reconstruction during liver transplantation: is it the best choice for adequate arterial inflow in extraordinary conditions? *Liver Transpl*. 2021;27(4):595–599. PMID: 32894802 <https://doi.org/10.1002/lt.25884>
19. Yilmaz S, Kutluturk K, Usta S, Akbulut S. Techniques of hepatic arterial reconstruction in liver transplantation. *Langenbecks Arch Surg*. 2022;407(7):2607–2618. PMID: 36018429 <https://doi.org/10.1007/s00423-022-02659-6>
20. Yilmaz S, Akbulut S, Kutluturk K, Usta S, Koc C, Aydin C, et al. Using the recipient's left gastric artery for hepatic artery reconstruction in living donor liver transplantation. *Liver Transpl*. 2021;27(6):923–927. PMID: 33305539 <https://doi.org/10.1002/lt.25966>
21. Silva MA, Jambulingam PS, Gunson BK, Mayer D, Buckels JA, Mirza DF, et al. Hepatic artery thrombosis following orthotopic liver transplantation: a 10-year experience from a single centre in the United Kingdom. *Liver Transpl*. 2006;12(1):146–151. PMID: 16382467 <https://doi.org/10.1002/lt.20566>
22. Saad WE, Davies MG, Saad NE, Westesson KE, Patel NC, Sahler LG, et al. Catheter thrombolysis of thrombosed hepatic arteries in liver transplant recipients: predictors of success and role of thrombolysis. *Vasc Endovascular Surg*. 2007;41(1):19–26. PMID: 17277239 <https://doi.org/10.1177/1538574406296210>
23. Sommacale D, Aoyagi T, Dondero F, Sibert A, Bruno O, Fteriche S, et al. Repeat endovascular treatment of recurring hepatic artery stenoses in orthotopic liver transplantation. *Transpl Int*. 2013;26(6):608–615. PMID: 23551134 <https://doi.org/10.1111/tri.12089>
24. Lan X, Zhang H, Li HY, Chen KF, Liu F, Wei YG, et al. Feasibility of using marginal liver grafts in living donor liver transplantation. *World J Gastroenterol*. 2018;24(23):2441–2456. PMID: 29930466 <https://doi.org/10.3748/wjg.v24.i23.2441>

25. Abbasoglu O, Levy MF, Vodapally MS, Goldstein RM, Husberg BS, Gonwa TA, et al. Hepatic artery stenosis after liver transplantation--incidence, presentation, treatment, and long term outcome. *Transplantation*. 1997;63(2):250-255. PMID: 9020326 <https://doi.org/10.1097/00007890-199701270-00013>
26. Fernandez TMA, Schofield N, Krenn CG, Rizkalla N, Spiro M, Raptis DA, et al. What is the optimal anesthetic monitoring regarding immediate and short-term outcomes after liver transplantation?—A systematic review of the literature and expert panel recommendations. *Clin Transplant*. 2022;36(10):e14643. PMID: 35262975. <https://doi.org/10.1111/ctr.14643>
27. Denys AL, Qanadli SD, Durand F, Vilgrain V, Farges O, Belghiti J, et al. Feasibility and effectiveness of using coronary stents in the treatment of hepatic artery stenoses after orthotopic liver transplantation: preliminary report. *AJR Am J Roentgenol*. 2002;178(5):1175-1179. PMID: 11959726 <https://doi.org/10.2214/ajr.178.5.1781175>
28. Lin TS, Vishnu Prasad NR, Chen CL, Yang JC, Chiang YC, Kuo PJ, et al. What happened in 133 consecutive hepatic artery reconstruction in liver transplantation in 1 year? *Hepatobiliary Surg Nutr*. 2019;8(1):10-18. PMID: 30881961 <https://doi.org/10.21037/hbsn.2018.11.13>
29. Rostambeigi N, Hunter D, Duval S, Chinnakotla S, Goltzarian J. Stent placement versus angioplasty for hepatic artery stenosis after liver transplant: a meta-analysis of case series. *Eur Radiol*. 2013;23(5):1323-1334. PMID: 23239061 <https://doi.org/10.1007/s00330-012-2730-9>
30. Volpin E, Pessaux P, Sauvanet A, Sibert A, Kianmanesh R, Durand F, et al. Preservation of the arterial vascularisation after hepatic artery pseudoaneurysm following orthotopic liver transplantation: long-term results. *Ann Transplant*. 2014;19:346-352. PMID: 25034853 <https://doi.org/10.12659/AOT.890473>
31. Astarcioğlu I, Egeli T, Gülcü A, Ozbilgin M, Agalar C, Cesmeli E, et al. Vascular complications after liver transplantation. *Exp Clin Transplant*. 2023;21(6):504-511. PMID: 30880648 <https://doi.org/10.6002/ect.2018.0240>
32. Pérez-Saborido B, Pacheco-Sánchez D, Barrera-Rebollo A, Asensio-Díaz E, Pinto-Fuentes R, Sarmentero-Prieto JC, et al. Incidence, management, and results of vascular complications after liver transplantation. *Transplant Proc*. 2011;43(3):749-750. PMID: 21486590 <https://doi.org/10.1016/j.transproceed.2011.01.104>
33. Altan A, Dayangac M, Erdogan Y, Malamutmann E, Yuzer Y, Tokat Y, et al. Splenic artery transposition for arterial reconstruction in living donor liver transplantation. *Transplant Proc*. 2021;53(1):36-41. PMID: 32505498 <https://doi.org/10.1016/j.transproceed.2020.02.155>
34. Miyagi S, Kakizaki Y, Shimizu K, Miyazawa K, Nakanishi W, Hara Y, et al. Arterial and biliary complications after living donor liver transplantation: a single center retrospective study and literature review. *Surg Today*. 2018;48(2):131-139. PMID: 28439714 <https://doi.org/10.1007/s00595-017-1515-9>
35. Abdel-Misih SR, Bloomston M. Liver anatomy. *Surg Clin North Am*. 2010;90(4):643-653. PMID: 20637938 <https://doi.org/10.1016/j.suc.2010.04.017>
36. Andraus W, Haddad LB, Ducatti L, Martino RB, Santos VR, D'Albuquerque LA. Artery reconstruction in liver transplantation: the best reconstruction of right hepatic artery variation. *Arq Bras Cir Dig*. 2013;26(1):62-65. PMID: 23702874 <https://doi.org/10.1590/s0102-67202013000100014>
37. Badagabettu SN, Padur AA, Kumar N, Reghunathan D. Absence of the celiac trunk and trifurcation of the common hepatic artery: a case report. *J Vasc Bras*. 2016;15(3):259-262. PMID: 29930600 <https://doi.org/10.1590/1677-5449.004016>
38. Новрузбеков М.С., Олисов О.Д. Сосудистые осложнения после ортотопической трансплантации печени. *Трансплантология*. 2017;9(1):35-50. Novruzbekov MS, Olisov OD. Vascular complications after orthotopic liver transplantation. *Transplantologiya. The Russian Journal of Transplantation*. 2017;9(1):35-50. (In Russ.). <https://doi.org/10.23873/2074-0506-2017-9-1-35-50>
39. Cirocchi R, D'Andrea V, Lauro A, Renzi C, Michael BH, Tomaszewski KA, et al. The absence of the common hepatic artery and its implications for surgical practice: results of a systematic review and meta-analysis. *Surgeon*. 2019;17(3):172-185. PMID: 30948331 <https://doi.org/10.1016/j.surge.2019.03.001>
40. Vasconcelos-Filho JOM, Magalhães PRM, Monteiro BR, Moura AA, Silva GC, Fonseca-Neto OC, et al. Frequency of anatomic variations on hepatic arteries and types of reconstruction employed: study on livers prepared for transplantation. *Transplant Proc*. 2020;52(5):1312-1313. PMID: 32278583 <https://doi.org/10.1016/j.transproceed.2020.01.070>
41. Moore FA, Moore EE, Seagraves A. Nonresectional management of major hepatic trauma. An evolving concept. *Am J Surg*. 1985;150(6):725-729. PMID: 3907382 [https://doi.org/10.1016/0002-9610\(85\)90415-1](https://doi.org/10.1016/0002-9610(85)90415-1)
42. Crossin JD, Muradali D, Wilson SR. US of liver transplants: normal and abnormal. *Radiographics*. 2003;23(5):1093-1114. PMID: 12975502 <https://doi.org/10.1148/rg.235035031>
43. Panaro F, Gallix B, Bouyabrine H, Ramos J, Addeo P, Testa G, et al. Liver transplantation and spontaneous neovascularization after arterial thrombosis: "the neovascularized liver". *Transpl Int*. 2011;24(9):949-957. PMID: 21740470 <https://doi.org/10.1111/j.1432-2277.2011.01293.x>
44. Soliman T, Bodingbauer M, Langer F, Berlakovich GA, Wamser P, Rockenschaub S, et al. The role of complex hepatic artery reconstruction in orthotopic liver transplantation. *Liver Transpl*. 2003;9(9):970-975. PMID: 12942459 <https://doi.org/10.1053/jlts.2003.50167>
45. Berman Z, Aryafar H. Hepatic artery interventions in the transplant patient. *Dig Dis Int*. 2020;4(2):180-186. <https://doi.org/10.1055/s-0040-1710593>
46. Noussios G, Dimitriou I, Chatzis I, Katsourakis A. The main anatomic variations of the hepatic artery and their importance in surgical practice: review of the literature. *J Clin Med Res*. 2017;9(4):248-252. PMID: 28270883 <https://doi.org/10.14740/jocmr2902w>
47. Mourad MM, Liossis C, Gunson BK, Mergental H, Isaac J, Muiesan P, et al. Etiology and management of hepatic artery thrombosis after adult liver transplantation. *Liver Transpl*. 2014;20(6):713-723. PMID: 24652787 <https://doi.org/10.1002/lt.23874>
48. Anosova E, Yaremin B, Kalugina M, Alekperov K, Kazymov B, Novruzbekov M. A decision-making approach based on computer modelling of blood flow in hepatic vessels. *Transplantation*. 2024;108(9S):S163, Abstract 301.2. <https://doi.org/10.1097/01>

tp.0001065168.14483.83

49. Khubutia MSH, Gulyaev VA, Novruzbekov MS, Olisov OD, Lutsyk KN,

Zhuravel AV, et al. Features of the restoration of arterial circulation in liver transplantation. *J Int Dent Med Res.*

2021;14(3):1202–1209.

Информация об авторах

Парвиз Халимович Назаровзаведующий отделением трансплантации органов ГУ «Национальный медицинский центр «Шифобахш», <https://orcid.org/0000-0002-2562-902X>
25% – дизайн статьи, подбор литературы**Кямран Фаиг Оглы Алекберов**врач хирург, научный сотрудник отделения трансплантации печени ГБУЗ «НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского ДЗМ», <https://orcid.org/0000-0002-2264-7038>
25% – написание текста статьи, анализ данных литературы**Бахтияр Исметович Казымов**врач хирург, научный сотрудник отделения трансплантации печени ГБУЗ «НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского ДЗМ»; ассистент кафедры хирургических болезней Московского медицинского университета «Реавиз», <https://orcid.org/0000-0001-5723-4818>
10% – редакция текста статьи, анализ данных литературы**Екатерина Юрьевна Аносова**врач клинический ординатор отделения трансплантации печени ГБУЗ «НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского ДЗМ»; старший лаборант кафедры трансплантологии и искусственных органов ФДПО ИНОПР ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова МЗ РФ (Пироговский Университет), <https://orcid.org/0000-0002-0241-1298>
10% – редакция текста статьи, анализ данных литературы**Виктория Алексеевна Зуйкова**студентка 6-го курса лечебного факультета ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова (Пироговский Университет), <https://orcid.org/0009-0000-6068-1280>
10% – анализ данных литературы**Фатимат Руслановна Гюльмагомедова**студентка 6-го курса лечебного факультета Института клинической медицины им. Н.В. Склифосовского ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова МЗ РФ (Сеченовский Университет), <https://orcid.org/0000-0002-3439-7160>
10% – анализ данных литературы**Владимир Алексеевич Гуляев**д-р мед. наук, врач хирург, ведущий научный сотрудник отделения трансплантации почки и поджелудочной железы ГБУЗ «НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского ДЗМ», <https://orcid.org/0000-0001-8650-0855>, liver@transpl.moscow
10% – разработка концепции работы, редакция текста статьи

Information about the authors

Parviz Kh. Nazarov	Head of the Organ Transplantation Department, National Medical Center "Shifobakhsh", https://orcid.org/0000-0002-2562-902X 25%, article design, literature search
Kyamran F. Ogly Alekberov	Surgeon, Research Associate, Liver Transplantation Department, N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine, https://orcid.org/0000-0002-2264-7038 25%, writing the article text, literature data analysis
Bakhtiyar I. Kazymov	Surgeon, Research Associate of the Liver Transplantation Department, N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine; Teaching Assistant, the Department of Surgical Diseases, Moscow Medical University "Reaviz", https://orcid.org/0000-0001-5723-4818 10%, editing the article text, literature data analysis
Ekaterina Yu. Anosova	Clinical Resident of the Liver Transplantation Department, N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine; Senior Laboratory Assistant, the Department of Transplantology and Artificial Organs, N.I. Pirogov Russian National Research Medical University (Pirogov University), https://orcid.org/0000-0002-0241-1298 10%, editing the article text, literature data analysis
Viktoriya A. Zuykova	6 th -year Student, Medical Faculty, N.I. Pirogov Russian National Research Medical University (Pirogov University), https://orcid.org/0009-0000-6068-1280 10%, literature data analysis
Fatimat R. Gyulmagomedova	6 th -year Student, Medical Faculty, N.V. Sklifosovsky Institute of Clinical Medicine, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), https://orcid.org/0000-0002-3439-7160 10%, analysis of literature data
Vladimir A. Gulyaev	Dr. Sci. (Med.), Leading Researcher, Department of Kidney and Pancreas Transplantation, N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine, https://orcid.org/0000-0001-8650-0855 , liver@transpl.moscow 10%, development of the study concept, editing the text of the article

Статья поступила в редакцию 24.07.2024;
одобрена после рецензирования 16.08.2024;
принята к публикации 24.03.2025

The article was received on July 24, 2024;
approved after reviewing on August 16, 2024;
accepted for publication on March 24, 2025