

DOI: 10.15825/1995-1191-2025-1-145-159

ЛАПАРОСКОПИЧЕСКАЯ И РОБОТИЗИРОВАННАЯ РЕЗЕКЦИЯ ПЕЧЕНИ В АСПЕКТЕ РОДСТВЕННОГО ДОНОРСТВА. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ НАПРАВЛЕНИЯ

К.О. Семаш

Национальный детский медицинский центр, Ташкент, Республика Узбекистан

Мини-инвазивная резекция печени у живого донора – относительно новый подход в хирургии, который может повысить безопасность доноров и способствовать более быстрой реабилитации доноров. После первоначального периода развития данного метода, в течение которого безопасность доноров не была эффективно подтверждена, в настоящее время мини-инвазивный подход дает лучшие результаты, при условии что эти операции проводят опытные хирурги. Важными являются критерии селекции доноров, оснащение клиники и кривая обучения хирургов. В данном обзоре описан текущий статус развития направления лапароскопической и роботической резекции печени у доноров, а также описаны препятствия на пути развития данных хирургических методов.

Ключевые слова: трансплантация печени, прижизненное донорство, лапароскопическая резекция печени, роботическая резекция печени.

LAPAROSCOPIC AND ROBOTIC HEPATECTOMY IN LIVING LIVER DONORS. CURRENT STATE AND PROSPECTS

K.O. Semash

National Children's Medical Center, Tashkent, Republic of Uzbekistan

Minimally invasive living-donor hepatectomy is a relatively new surgical technique that can improve donor safety and expedite donor rehabilitation. Following an early stage of research where donor safety was not adequately established, the minimally invasive approach nowadays yields better outcomes when carried out by experienced surgeons. Important factors include donor selection criteria, hospital equipment, and surgeon's learning curve. This review describes the current status of laparoscopic and robotic living-donor hepatectomy, along with the challenges facing the advancement of these surgical techniques.

Key words: liver transplantation, living donation, laparoscopic liver resection, robotic liver resection.

ВВЕДЕНИЕ

Трансплантация печени от живого донора стала возможна как альтернатива трупной донации благодаря ряду инновационных операций, разработанных и осуществленных в конце XX столетия. Предпосылками к этому стало быстро растущее количество кандидатов на трансплантацию печени при выраженном дефиците органов. Также у детей с терминальными стадиями заболевания печени, особенно первых лет жизни, не всегда возможно использовать редуцированные трупные графты, или сплит-транс-

плантацию печени, а в некоторых странах, в том числе и в Российской Федерации, нет юридических предпосылок для использования детей в качестве посмертных доноров [1, 2]. Трансплантаты печени, полученные от живых доноров, обеспечивают сравнимую или потенциально лучшую функцию трансплантата и долгосрочную выживаемость, особенно у детей, по сравнению с трансплантацией целой печени или сплит-трансплантацией [3–5]. Также преимуществами трансплантата от прижизненного донора являются прогнозируемое отбором и подготовкой родственных доноров качество паренхимы печени,

Для корреспонденции: Константин Олесьевич Семаш. Адрес: Узбекистан, Ташкент, Яшнабадский р-н, ул. Паркентская, 294. Тел.: +998 (94) 090-89-05. E-mail: mail@doctorse mash.com

Corresponding author: Konstantin Semash. Address: 294, Parkentskaya str., Yashnobod District, Tashkent, Uzbekistan. Phone: +998 (94) 090-89-05. E-mail: mail@doctorse mash.com

а также плановый характер оперативного вмешательства. Современный уровень гепатобилиарной хирургии и методов консервации органов позволяет получить от прижизненного донора трансплантат высокого качества с минимальными ишемическими и механическими повреждениями [6, 7]. По данным литературы, более 50% всех трансплантаций в педиатрической практике выполняются от живого донора, и прежде всего от родственника [8].

Безопасность доноров является камнем преткновения в донорской хирургии печени. Осложнения после резекции печени вносят основной вклад в заболеваемость доноров. Серьезными осложнениями могут являться билиарные (повреждение желчных протоков, желчеистечение), инфекционные или сосудистые, например кровотечение. Другие факторы, такие как спаечная кишечная непроходимость, послеоперационные грыжи и длительное пребывание в операционной, также могут способствовать заболеваемости доноров [9].

Мини-инвазивная донорская резекция печени была предложена для минимизации осложнений, возникающих у доноров. Потенциальными преимуществами, присущими минимально инвазивному подходу, являются лучшие косметические результаты, уменьшение послеоперационной боли, более быстрое восстановление и более раннее возвращение к повседневной деятельности [10]. Мини-инвазивная донорская резекция (МИДР) была впервые описана во Франции, где Даниэль Черки (Daniel Cherqui) и его коллеги выполнили левостороннюю латеральную секторэктомию у 27-летней женщины с последующей успешной трансплантацией ее ребенку [11]. С этого момента МИДР у доноров стала повсеместно внедряться и распространяться.

Целью данного обзора было описать текущий статус развития направления лапароскопической и роботической резекции печени у доноров, а также выявить препятствия на пути распространения данных хирургических методов.

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ НАПРАВЛЕНИЯ

В США трансплантация печени от прижизненно-го донора достигла пика в 2001 году, и число таких операций составило 10% от общего числа трансплантаций печени (ТП) [12]. Однако после серии сообщений об осложнениях у доноров последовало заметное снижение количества выполнения данных операций, практически на 40% [12, 13]. В результате в 2021 году, когда в США были выполнены рекордные 9234 трансплантации печени, только 6,2% реципиентов получили трансплантат от живого донора, причем в основном это были праводольные графты [14]. Эти данные контрастируют с показателя-

ми, которые приводятся для донорства почек. Так, в 2021 году доля родственных донаций почки в США составила 31,1% [15].

В то же время, по данным международного регистра по донорству и трансплантации органов, в азиатских странах, таких как Южная Корея, Турция, Саудовская Аравия и т. д., количество трансплантаций от живых доноров значительно превышает показатели трупной трансплантации. При этом нет разницы по органу донации [16].

По поводу нефрэктомии у живого донора несколько метаанализов и рандомизированных исследований установили, что использование мини-инвазивного (лапароскопического) подхода привело к снижению рисков осложнений, уменьшению послеоперационной боли, а также к более быстрой реабилитации, и как следствие – снижению затрат на лечение [17–19]. Нефрэктомия у живого донора не считается особенно технически сложной процедурой, поскольку почка удаляется неповрежденной, с капсулой, сосудистой ножкой и мочеточником без необходимости разделения паренхимы. С другой стороны, МИДР требует разделения паренхимы, а также резекция печени связана с индивидуальными анатомическими особенностями каждого донора [20]. Эти факторы, особенно анатомическая сложность и размер (толщина) паренхимы, замедлили прогресс в развитии данного хирургического направления [21].

Двумя основными целями минимально инвазивного изъятия трансплантата у живых доноров являются безопасность донора и быстрая реабилитация после операции [22]. Риск смертности и заболеваемости после резекцией печени у живого донора зависит от трех параметров: физиологического статуса (например, сопутствующих заболеваний); объема удаленной паренхимы печени, что напрямую связано с риском развития послеоперационной печеночной недостаточности; объемом интраоперационной кровопотери и последующей потребностью в гемотрансфузии [23]. В результате чтобы свести к минимуму количество осложнений, хирургические бригады, выполняющие данные операции, должны сосредоточиться на качественной селекции доноров, улучшении хирургической техники. По данным мировой литературы, а также по заключению международного консенсуса, посвященного мини-инвазивной донорской резекции печени, который прошел в 2021 году, авторы до сих пор не уверены, смогут ли лапароскопические и роботические технологии достичь этих целей [21, 23].

Тем не менее, по данным систематических обзоров результатов лапароскопического изъятия трансплантата у живых доноров, получено все больше и больше данных о безопасности данного подхода, особенно когда операцию выполняют опытные хирурги. Авторы заключают, что использование лапароскопии

в донорстве печени снижает количество осложнений, дает меньшую кровопотерю и более быструю реабилитацию по сравнению с открытым методом [24–26]. Однако следует отметить, что получение трансплантата печени от живого донора не полностью эквивалентно традиционной гепатэктомии, поскольку сосудистые ножки резецируемой части должны быть максимально бережно сохранены на протяжении [11].

В заявлении Международной консенсусной конференции по лапароскопической резекции печени от 2008 года в Луисвилле говорилось, что МИДР является наиболее противоречивой частью лапароскопической хирургии печени. Безопасность доноров еще не подтверждена, и этот метод ограничен лишь несколькими специализированными центрами из-за сложности проведения операции [27]. На Второй Международной конференции по лапароскопическим резекциям печени, состоявшейся в Мориоке в 2015 году, утверждалось, что МИДР уже не уступает стандартному подходу с точки зрения безопасности доноров, но процедура не была рекомендована из-за отсутствия убедительных данных о послеоперационных осложнениях [28]. После публикаций и сообщений о положительных результатах в Сеуле был проведен экспертный консенсус с целью выработки четких рекомендаций по безопасному широкому внедрению мини-инвазивного подхода в прижизненном донорстве печени [29]. Результаты показали, что МИДР обеспечивает превосходные результаты по сравнению с открытым подходом, при условии что процедура выполняется в крупных центрах хирургическими бригадами с большим опытом как в трансплантации, так и в лапароскопии. Более того, данные из США показывают, что доноры более охотно соглашались на операцию, когда им предлагают мини-инвазивную операцию [30].

ЛАПАРОСКОПИЧЕСКАЯ ЛАТЕРАЛЬНАЯ СЕКТОРЭКТОМИЯ

В то время как мини-инвазивная резекция печени развивалась с использованием различных вариантов (*hand-assisted, laparoscopic-assisted, pure laparoscopic*), процедура по изъятию левого латерального сектора (ЛЛС) у живого донора исходно была продемонстрирована исключительно как полностью лапароскопический метод. Все этапы операции (мобилизация, выделение сосудов, рассечение паренхимы) проводились лапароскопически без мануальной ассистенции, а трансплантат изымался через небольшой надлобковый разрез (по Пфанненштилю) [11]. По мнению французского хирурга D. Cherqui, ЛЛС является подходящей анатомической структурой для выполнения полностью лапароскопической резекции из-за его удобного расположения в брюшной полости, мобиль-

ности относительно остальной печени и небольшого числа анатомических вариаций сосудов [31]. После первых успешных демонстраций выполнимости лапароскопической левосторонней латеральной секторэктомии во Франции, Бельгии и Южной Корее безопасность и воспроизводимость процедуры были подтверждены Оливье Скаттоном (O. Scatton) [11, 32–35]. В своей работе Scatton et al. провели анализ 70 лапароскопических изъятий ЛЛС и отметили, что после фазы обучения медиана пребывания в стационаре постепенно уменьшалась, кровопотеря в среднем оставалась на уровне около 50 мл, а осложнения по классификации Clavien–Dindo II степени или выше встречались реже. Однако было подчеркнуто, что для выполнения этой процедуры требуется как минимум два опытных хирурга, чтобы пройти необходимую кривую обучения [35]. Soubrane et al. сравнивали не только хирургические результаты, но и экономические, и пришли к заключению, что мини-инвазивное взятие ЛЛС дает, по крайней мере, равные краткосрочные результаты по сравнению с лапароскопической донорской нефрэктомией [32].

В Российской Федерации программа лапароскопического изъятия ЛЛС стартовала в центре трансплантологии имени академика В.И. Шумакова с 2016 года. С.В. Готье., А.Р. Монахов, К.О. Семаш и соавторы сообщили о меньшей кровопотере и более короткой продолжительности госпитализации, но о более длительном времени операции при полностью лапароскопическом изъятии ЛЛС по сравнению с открытым подходом на этапе становления программы [36]. Однако с развитием направления время операции значительно уменьшилось, осложнений стало меньше в сравнении с открытой операцией, и лапароскопическое изъятие ЛЛС постепенно стало претендовать на метод «золотого стандарта» при выполнении левой латеральной секторэктомии [37–43]. Аналогичные результаты показали прочие авторы по всему миру [44–46].

ЛАПАРОСКОПИЧЕСКАЯ ЛЕВОСТОРОННЯЯ ГЕМИГЕПАТЭКТОМИЯ

Что касается лапароскопической левосторонней гемигепатэктомии, в настоящее время не было описано ни одного серьезного осложнения, однако опыт подобных хирургических вмешательств ограничен, поскольку левая доля – очень специфический трансплантат с точки зрения трансплантации взрослым и больше применяется в детской практике [26, 41, 47]. Однако японскими авторами описаны серии применения трансплантатов левой доли у взрослых [48, 49]. Авторы отмечают более низкую заболеваемость доноров после этих операций, что они связывают главным образом с меньшим количеством желчных и легочных осложнений. Также они считают, что

трансплантат левой доли может быть выбором для взрослых пациентов, когда коэффициент соотношения массы трансплантата к весу реципиента (GRWR) $>0,8\%$ или находится в промежутке 0,6 и 0,8%, при условии что коэффициент MELD (Model for End Stage Liver Disease) у реципиента менее 15 баллов. Основной риск данных операций – это синдром малой доли (small-for-size syndrome), который в конечном итоге приводит к дисфункции трансплантата у реципиента. Однако именно для доноров не описаны высокие риски.

Аналогичные результаты приводятся в мультинациональном многоцентровом исследовании (Франция, Япония, Южная Корея, Испания, США, Италия), где авторы сравнивают результаты мини-инвазивных правосторонних и левосторонних гемигепатэктомий [50]. Авторы не сообщили о статистически значимой разнице в осложнениях и исходах у доноров правой и левой доли.

ЛАПАРОСКОПИЧЕСКАЯ ПРАВСТОРОННЯЯ ГЕМИГЕПАТЭКТОМИЯ

Полностью лапароскопическая правосторонняя гемигепатэктомия у прижизненного донора впервые была продемонстрирована в 2010 году в Южной Корее, однако результаты работы были представлены только в 2014 году [51], поэтому считается, что первая правосторонняя гемигепатэктомия была выполнена французским хирургом O. Soubrane в 2013 году, поскольку корейский хирург Han не публиковал свои результаты [23]. Тем не менее техника данной операции была успешно реализована в азиатских странах, прежде всего в Японии и Южной Корее, где прижизненное донорство традиционно превалирует над посмертным [26, 51, 52]. При этом хирургические техники от госпиталя к госпиталю сильно отличались как по расстановке троакаров, так и по самой последовательности хирургических этапов [53, 54].

Несмотря на то что правая доля печени обеспечивает адекватный объем пересаженной паренхимы реципиенту, этот подход вызывает серьезную обеспокоенность по поводу безопасности доноров: Abecassis et al. сообщали о частоте послеоперационных осложнений до 40% [9]. Лапароскопический подход пропагандировался во многих центрах для минимизации этих осложнений. Мини-инвазивная резекция правой доли печени технически сложнее, чем левой, из-за необходимости обширной мобилизации, поскольку правая доля расположена глубоко в поддиафрагмальном пространстве [55]. Именно из-за технических трудностей, присущих этой операции, данная мини-инвазивная процедура развивалась значительно медленнее. На этапе становления применялись гибридные методики (с мануальной ассистенцией) [26, 27, 53]. Даже сейчас опытные хирурги

рекомендуют для многих центров использовать гибридные подходы перед переходом к полностью лапароскопической резекции правой доли [27]. Важно то, что если анатомическая целостность трансплантата находится под угрозой, наиболее правильным решением будет переход в открытый вариант (конверсия).

Тем не менее в Азиатском регионе, особенно в Южной Корее, выполнение лапароскопических гемигепатэктомий у доноров достаточно распространено. Так, в 2018 году был опубликован материал, в котором представлены результаты 172 резекций правых долей у прижизненных доноров, выполненных в клиниках Южной Кореи за период с 2013-го по 2017 год [56]. А в 2021 году опубликована статья, где докладывается о 255 полностью лапароскопических изъятиях правой доли в одном центре [57]. При этом авторы провели сравнение открытых и лапароскопических резекций и показали высокую эффективность мини-инвазивного подхода с точки зрения послеоперационных осложнений, интраоперационной кровопотери и продолжительности госпитализации после операции.

В России первыми о выполнении подобной хирургической операции доложили С.А. Восканян, А.И. Артемьев и соавторы [54], при этом самый большой суммарный опыт донорских правосторонних гемигепатэктомий накоплен в центре трансплантологии имени академика В.И. Шумакова. Так, А.Р. Монахов, К.О. Семаш и соавторы докладывали о 276 лапароскопических донорских резекциях печени на 2022 год, включая 11 случаев полностью лапароскопических изъятий правой доли [41].

СЕЛЕКЦИЯ ДОНОРОВ

Тщательная селекция доноров считается чрезвычайно важной для подготовки к МИДР. Предоперационное обследование включает в себя тщательное медицинское обследование. Особое значение имеют любые сопутствующие сердечно-сосудистые, почечные, легочные заболевания, состояния, связанные с нарушением коагуляции, а также инфекционные заболевания. Многие центры исключают пациентов с артериальной гипертензией и психическими расстройствами, несмотря на возможность консервативной коррекции [7, 58, 59]. Кроме того, всегда используются стандартные функциональные тесты печени, серологические исследования на гепатиты В и С, а также обследование органов грудной клетки и брюшной полости. Также обязательно выполняется трехфазная компьютерная томография печени с внутривенным контрастированием для волюметрии печени и оценки кровоснабжения потенциального графта.

Магнитно-резонансная холангиопанкреатография (МРХПГ) обеспечивает визуализацию желчного дерева и может определить подходящую точку разделе-

ния печеночного протока, особенно при вариантной анатомии желчных протоков (табл. 1). Неправильная интерпретация анатомии желчевыводящих путей может потребовать интраоперационной холангиографии, однако она требует опыта, дополнительных затрат и удлиняет время операции [60].

Тем не менее в последние годы стала активно применяться технология флуоресцентной холангиографии с использованием индоцианинового зеленого. Она помогает более детально визуализировать желчные протоки при выполнении лапароскопической резекции печени [26, 61]. Также описаны методики использования метиленового синего для контроля желчеистечения [46].

Хирурги разных центров определяют разные анатомические критерии селекции потенциального донора печени. Так, Kim et al. рассматривали только доноров, у которых был один длинный правый печеночный проток, одна артерия и стандартная анатомия воротной вены (табл. 1) [62]. Они также исключали доноров, масса правой доли которых превышала 650 г. Готье и соавторы считали раздельное впадение вен 2-го и 3-го сегментов противопоказанием для изъятия ЛЛС, поскольку это могло вызвать трудности при наложении сшивающего аппарата и привести к интраоперационному кровотечению, однако с накоплением опыта это перестало быть противопоказанием [36, 39]. Rotellar et al. считают, что транс-

плантат правой доли должен иметь одну артерию, одну воротную вену и один желчный проток, но при этом допустимы вариации, и каждого донора следует рассматривать в индивидуальном порядке [63].

Вариантная анатомия воротной вены (табл. 1) раньше считалась противопоказанием для кандидатов на выполнение мини-инвазивной резекции, однако есть сообщения, которые показали обнадеживающие результаты даже для этих доноров [57, 64].

КРОВОПОТЕРЯ

Сильным препятствием в развитии мини-инвазивного подхода в донорской хирургии печени являлась сложность и ограниченность в подходах при развитии интраоперационных кровотечений. С развитием технологий и хирургической техники в последние три десятилетия удалось значительно снизить кровопотерю и уменьшить частоту гемотрансфузии во время лапароскопических резекций печени [22, 74, 75].

Бережное рассечение паренхимы и эффект пневмоперитонеума (т. е. эффект тампонады на рассеченную поверхность за счет повышенного внутрибрюшного давления) способствовали минимальной кровопотере во время мини-инвазивных донорских резекций, поскольку основным источником кровотечения является венозный обратный ток [35]. Так, O. Scatton предлагает временно повысить давление пневмоперитонеума до 14–16 мм рт. ст. с целью контроля и минимизации кровотечения [35]. Наибольший риск интраоперационного кровотечения возникает при рассечении паренхимы. При мини-инвазивном подходе этот этап выполняется очень точно и под увеличением. Пересечение печеночной вены также имеет решающее значение, поскольку соскальзывание сосудистого зажима или дефект сосудистого степлера может привести к массивному кровотечению [39, 76].

Результаты сравнительных исследований традиционного и мини-инвазивного подхода показали более низкую кровопотерю при мини-инвазивном подходе [36, 45, 71, 77] или равнозначную кровопотерю [30, 57, 64, 69]. Однако авторы подчеркнули, что отсутствие статистически значимой разницы в кровопотере было связано с неадекватным размером выборки [30]. Следовательно, очередным преимуществом мини-инвазивного подхода можно считать меньшую кровопотерю в сравнении с традиционным доступом.

КОНВЕРСИИ

Любой инцидент, который может поставить под угрозу безопасность донора или целостность трансплантата, является показанием для конверсии в открытую операцию. Конверсия сама по себе не является осложнением, но подразумевает, что во время процедуры произошло какое-то неблагоприятное

Таблица 1

Вариантная анатомия желчных протоков и воротной вены

Anatomical variation of the bile ducts and portal vein

Вариантная анатомия желчных протоков	
A	Стандартная бифуркация (57%)
B	Трифуркация (12%)
C	Правый передний (C1, 16%) или правый задний (C2, 4%) проток, впадающий в общий печеночный проток
D	Правый задний (D1, 5%) или правый передний (D2, 1%) проток, впадающий в левый печеночный проток
E	Отсутствие конfluence печеночных протоков (3%)
F	Впадение правого заднего протока в пузырный проток (2%)
Вариантная анатомия воротной вены	
I	Стандартная бифуркация
II	Трифуркация
III	Правая задняя ветвь как первая ветвь ствола воротной вены.
IV	Ветвь VII сегмента идет как отдельная ветвь правой воротной вены
V	Ветвь VI сегмента идет как отдельная ветвь правой воротной вены

событие. Наиболее частыми описанными причинами конверсий в открытый доступ были трудности с дифференциацией анатомии желчных протоков или ворот печени и повреждение сосудов, которое привело к значительному кровотечению. Также описаны случаи плохой визуализации у доноров с избыточным весом, что также потребовало конверсии [50].

Scatton et al. сообщили о 4 конверсиях (6%) из 70 операций, из которых 69 были изъятием ЛЛС и 1 – левой доли. Причинами конверсии были повреждение левой ветви воротной вены, плохая экспозиция и неуверенность в анатомии желчевыводящих путей. Ни одна из конверсий не была связана с острым или неконтролируемым кровотечением или необходимостью переливания крови, и у всех доноров выздоровление прошло без осложнений [35]. А.Р. Монахов и соавторы сообщили о двух конверсиях (1,2%) из 164 операций по изъятию ЛЛС, случаи конверсии были связаны с перекрытием левой ветви воротной вены клипсой и продольным разрывом левой печеночной вены, все доноры также были выписаны без осложнений. Исходы у реципиентов также были без особенностей [39].

Choi et al. описывали конверсии при выполнении мануально-ассистированных резекций правой доли. Так, по их наблюдениям, уровень конверсий составил 6,7% (4 из 60), а причинами конверсии стали повреждения правой печеночной вены и вены надпочечника [65].

Soubrane и его коллеги описывают коэффициент конверсии в 4,1% при 17 конверсиях из 412 мини-инвазивных донорских резекций, при этом причиной конверсии были повреждения воротной вены, трудности в мобилизации ворот печени и определения важных структур, проходящих в толще печеночно-двенадцатиперстной связки [50].

Rhu докладывают о 5,0% конверсий по причине травматизации воротной вены, выявленного стеатоза печени донора во время интраоперационной биопсии и повреждения нижней полой вены [57].

КРИВАЯ ОБУЧЕНИЯ И ВРЕМЯ ОПЕРАЦИИ

Основным препятствием на пути глобального распространения лапароскопического подхода в донорстве печени является то, что помимо технического оснащения он требует значительного опыта как в хирургии печени, так и в лапароскопической хирургии. Многонациональное исследование показало, что 65,6% хирургов выполнили >50 не донорских лапароскопических резекций, а 43,8% выполнили >50 открытых донорских резекций перед первой мини-инвазивной резекцией печени у донора [29]. Кривая обучения у хирургов во многом зависит от умения бережно разделять паренхиму печени и контролировать кровотечения. Также считается, что наибольшее время хирург тратит на обучение выделения сосу-

дистых структур и мобилизацию [59]. В нескольких сообщениях подчеркивается, что для достижения оптимальных результатов требуется минимум 15–60 процедур, в зависимости от того, какой фрагмент печени будет резецирован [39, 86]. Так, Scatton et al. показали, что для достижения оптимального гемостаза и снижения времени операции необходим опыт проведения как минимум 20 операций [35]. Аналогичный результат продемонстрировали А.Р. Монахов с коллегами в своем исследовании [39].

Мини-инвазивная донорская резекция имеет тенденцию длиться дольше, особенно в период обучения хирургов [39, 45, 62, 69]. Baker et al. обнаружили связь между увеличением индекса массы тела и увеличением времени операции, тогда как Rhu et al. подчеркнули, что после первых 100 операций время хирургического вмешательства сократилось вне зависимости от массы тела донора [30, 77].

Однако следует отметить, что определение критерия обучаемости для одного хирурга невозможно, поскольку опыт и результаты варьируются в зависимости от разных хирургических бригад. Rhu et al. доложили об отсутствии изменений во времени хирургического вмешательства от первого ко второму квартилю с течением времени, но сообщили о значительном его уменьшении от второго к третьему квартилю и от третьего к четвертому. Его команде удалось значимо сократить время операции после 50 лапароскопических операций [77]. Чтобы определить кривую обучения, корейский хирург Lee использовал две переменные: интраоперационную кровопотерю и время операции. Период обучения определялся как время, затраченное на достижение плато по этим двум параметрам. Они показали, что фаза накопления опыта начиналась после 15-й операции со значительно меньшей кровопотерей и временем, затраченным на проведение операции [87].

ОСЛОЖНЕНИЯ

Как уже было сказано выше, безопасность донора является основным критерием при выполнении донорских резекций печени. По данным исследования, проведенного в Оксфордском университете, 30-дневного амбулаторного наблюдения после операции у донора недостаточно, такое наблюдение недооценивает заболеваемость доноров после резекции печени. Донорам рекомендуется 90-дневное амбулаторное наблюдение [66].

Классификация Clavien–Dindo хотя и широко используется, при этом имеет тенденцию учитывать только наиболее тяжелые осложнения и не учитывает другие менее тяжелые осложнения у одного и того же пациента [67]. Разработанный на основании классификации Clavien–Dindo новый метод Comprehensive Complication Index (комплексный индекс осложнений) суммирует все послеоперационные осложнения

и представляет собой наиболее чувствительный инструмент для оценки реальной тяжести осложнений, связанных с проведенной операцией [68].

Частота осложнений при мини-инвазивных донорских резекциях печени колеблется от 0 до 40%, при этом в большинстве исследований она находится в пределах 10–26% [50, 57, 69, 70]. Наиболее частыми осложнениями являются раневые осложнения, плевральный выпот, желчеистечение или билиарная стриктура (табл. 2).

В большинстве отчетов не было выявлено статистически значимой разницы в частоте осложнений между малоинвазивным и открытым подходом, но это можно объяснить небольшим размером выборки. Rhu et al. отметили интересный факт, что осложнения были значительно выше во время первого квартала операций, что отражает потенциальные трудности из-за неопытности хирурга при использовании мини-инвазивного подхода [57]. Broering также сообщает, что частота осложнений снизилась с 26,7 до 9,7% после наработки соответствующего хирургического навыка [45]. Частота осложнений сильно не различалась у доноров правой и левой доли [50]. Также частота осложнений у доноров была сопоставима при сравнении результатов операций у доноров с вариантной и стандартной анатомией воротной вены [57].

Билиарные осложнения являются одними из наиболее серьезных при мини-инвазивной донорской резекции печени. Takahara et al. доложили о трех случаях желчеистечения, несмотря на то что каждая культя желчного протока была дважды клипширована и в конце операции выглядела совершенно обычно, признаки желчеистечения отсутствовали [71]. Ав-

торы предполагают, что клипсы отпали по причине некроза культи желчного протока с последующим развитием желчного затека.

Что касается раневых осложнений, открытая резекция (особенно резекция правой доли) у донора требует большого разреза с обширным мышечным разрезом, что приводит к боли в течение нескольких дней и дискомфорту в течение нескольких недель [11]. Во время этого разреза чувствительные нервные окончания (вентральные ветви межреберных нервов T8 и T9) пересекаются, что может привести к потере чувствительности передней брюшной стенки. Напротив, надлобковые разрезы обычно хорошо переносятся без последствий, а послеоперационные грыжи встречаются редко. Кроме того, они практически незаметны, если расположены достаточно низко в области лобковых волос [11]. Необходимо соблюдать осторожность при наложении швов при закрытии брюшной стенки, так как может произойти травма мочевого пузыря [20]. Небольшие разрезы, выполняемые для установки троакаров, предрасполагают к местной ишемии и раневым инфекциям, однако эти осложнения при мини-инвазивном подходе встречаются гораздо реже, чем при традиционном подходе [72].

Теоретически существует риск газовой эмболии из-за пневмоперитонеума. Однако пневмоперитонеум создается путем инсuffляции углекислого газа, растворимость которого выше, чем у азота. Несколько экспериментальных исследований установили, что абсорбция углекислого газа в системный кровоток не связана с гемодинамической нестабильностью [27].

БОЛЕВОЙ СИНДРОМ

А.Р. Монахов, К.О. Семаш в своих работах применяли аналоговую шкалу оценки боли у доноров после открытых и лапароскопических резекций печени и сообщают о более низком болевом синдроме у доноров, перенесших лапароскопическое изъятие трансплантата [26, 39]. Kurosaki et al. использовали меньшую дополнительную анальгезию у доноров, оперированных мини-инвазивно, по сравнению с пациентами, перенесшими открытую резекцию печени [78]. Уменьшение дозировки или более короткое время использования анальгетиков также было показано в серии работ у доноров, которым выполняли мини-инвазивную резекцию печени [45, 62, 65, 69].

ВРЕМЯ ГОСПИТАЛИЗАЦИИ И СТОИМОСТЬ ЛЕЧЕНИЯ

Продолжительность послеоперационного пребывания во многом зависит от политики учреждения и системы здравоохранения. В восточных странах, таких как Япония и Южная Корея, политика заключается в том, чтобы доноров госпитализировали до тех пор, пока они не смогут вернуться к нормальной пов-

Таблица 2

Известные осложнения после мини-инвазивной донорской резекции печени (по классификации Clavien–Dindo)

Reported complications of minimally invasive living donor hepatectomy (Clavien–Dindo classification)

I	Лихорадка, гастроэнтерит, язва желудка, затылочная алопеция, пневмоторакс без дренирования, раневая инфекция, надлобковая гематома, динамическая кишечная непроходимость, нейропраксия рук, ателектаз, транзиторная нейтропения
II	Гастростаз, легочная инфекция, инфаркт IV сегмента печени, стеноз желчных протоков, панкреатит, цистит, послеоперационная грыжа размером с порт
IIIa	Желчеистечение, скопление жидкости, повреждение мочевого пузыря, тромбоз или стеноз воротной вены
IIIb	Абдоминальный абсцесс, внутрибрюшное кровотечение

седневной деятельности [59]. Кроме того, некоторые восточные национальные системы здравоохранения не требуют выписки пациентов даже после того как они выздоровели после операции [57, 76, 79]. В западных странах, похоже, существует расширенный протокол восстановления. В нескольких отчетах не отмечается статистически значимого уменьшения продолжительности пребывания между мини-инвазивным и открытым подходом [30, 80]. Однако в большинстве центров продолжительность пребывания в группе мини-инвазивного изъятия трансплантата было короче [39, 45, 57].

Результаты лапароскопических донорских резекций печени, выполненных в различных трансплантационных центрах, приведены в табл. 3.

Что касается стоимости лечения, материальные затраты при выполнении мини-инвазивных резекций были выше. Baker сообщает, что несмотря на высокие затраты на саму операцию, эти затраты компенсировались более низкими затратами, связанными со временем госпитализации [30]. Китайские коллеги приводят противоположные результаты. В их серии наблюдений мини-инвазивная операция у доноров оказалась значительно более дорогой процедурой, чем открытая процедура [69].

РЕЗУЛЬТАТЫ У РЕЦИПИЕНТОВ

Следует отметить, что результаты хирургических вмешательств у доноров не следует оценивать отдельно от результатов у реципиентов. Например, при трансплантации почки Troppmann et al. выяснили, что лапароскопическая нефрэктомия связана с задержкой функции трансплантата и увеличением частоты острого отторжения. Причины этой находки неясны, но возможным фактором является гемодинамическое нарушение в сосудистой сети почек из-за давления пневмоперитонеума [73]. С другой стороны, почти во всех исследованиях, сравнивающих лапароскопическое изъятие трансплантата с открытой донорской резекцией, авторы не обнаружили никакой разницы между малоинвазивным и традиционным подходом с точки зрения сосудистых и желчных осложнений, выживаемости трансплантата и общей выживаемости реципиентов [26, 36, 39, 45, 46, 63, 94]. Мини-инвазивный подход не увеличивал рисков для реципиента даже в случае вариантной анатомии воротной вены [57]. Hong et al. были единственной командой, которая отметила более высокий уровень билиарных осложнений у реципиентов, получивших графт от доноров, оперированных мини-инвазивно. Авторы считают, что, вероятнее всего, это было связано с более длительным временем тепловой ишемии и количеством желчных протоков, полученных на трансплантате [64].

РОБОТИЧЕСКАЯ РЕЗЕКЦИЯ ПЕЧЕНИ У ДОНОРОВ

Роботическая резекция в донорстве печени гораздо менее распространена, чем лапароскопическая, но она считается безопасной и осуществимой в руках опытных специалистов. Первое роботическое изъятие трансплантата было произведено итальянским хирургом Giulianotti и его коллегами в 2012 году. Операцию провели с использованием аппарата Da Vinci Robotic Surgical System 53-летнему мужчине, у него изъяли правую долю печени для последующей трансплантации его 61-летнему брату [26, 81].

По сравнению с лапароскопическим подходом эволюция роботического происходит медленно. Потенциальными преимуществами являются расширенный и более стабильный обзор, а также более высокая точность движений. Хирургическая система Da Vinci может вращаться во всех направлениях, что обеспечивает более широкий диапазон движений по сравнению с человеческой рукой. Это позволяет проводить манипуляции и накладывать швы в подпеченочном пространстве под углами, которые невозможны с помощью обычных инструментов. Из минусов – у хирурга отсутствует тактильная обратная связь. Также успех операции зависит от уровня обучения ассистента, который меняет роботизированные инструменты во время рассечения паренхимы [82].

Последние исследования показали, что роботизированная резекция печени осуществима и дает такие же краткосрочные результаты, как и лапароскопическая процедура, но с более высокими затратами, поскольку медицинское страхование обычно не покрывает такие высокотехнологичные операции [70]. Еще одним препятствием для распространения этой методики является необходимость высокой специализации центра и хирургических инструментов, поскольку во время роботизированной хирургии печени можно использовать только ультразвуковые скальпели, клипсы Gem-o-lock и степлеры, нет возможности использовать кавитронные ультразвуковые диссекторы [83]. Тем не менее сообщается не только о донорской резекции при помощи робота, но и о робот-ассистированной имплантации трансплантата [91].

Два исследования, в которых сравнивали роботическую резекцию печени с открытой донорской резекцией, обнаружили не меньшую эффективность робот-ассистированного подхода с точки зрения осложнений и интраоперационной кровопотери [83, 84].

В настоящее время нет данных, указывающих на превосходство роботизированного подхода по сравнению с открытым или лапароскопическим доступом. Troisi et al. не обнаружили какого-либо сверхъестественного результата, оправдывающего более

Таблица 3

Результаты лапароскопического изъятия фрагментов печени в различных трансплантологических центрах

Results of laparoscopic hepatectomy at different transplant centers

Автор	Количество операций	Фрагмент изъятия	Время операции, минут (диапазон)	Кровопотеря, миллилитров	Конверсии, n (%)	Кривая обучения, количество операций	Осложнения (С–D), количество	Время госпитализации, дни (диапазон)
Soubrane et al., 2006 [32]	16	ЛЛС	320 ± 67	18,7 ± 44,2	1 (6,25)	Не оценивалась	I – 2 IIIb – 1	11,0 ± 2,7
Kim et al., 2011 [34]	11	ЛЛС	330 ± 68	396 ± 72	0	Не оценивалась	0	6,9 ± 0,3
Yu et al., 2012 [88]	15	ЛЛС	331,3 ± 63	410,0 ± 71,2	0	Не оценивалась	0	7,1 ± 0,8
Scatton et al., 2015 [35]	70	ЛЛС – 69 ЛД – 1	308 (180–555)	50 (10–500)	4 (6)	20	I – 9 II – 2 IIIa – 4 IIIb – 1	4
Soubrane et al., 2015 [20]	124	ЛЛС	308 (180–555)	50 (10–500)	4 (3,2)	Ускорение времени операции	I – 6 II – 15 IIIa – 6	6,3 (2–18)
Broering et al., 2018 [45]	72	ЛЛС	293 (192–420)	100 (50–600)	3 (4,8)	15	I и II – 3 IIIa – 1	4,1 ± 1,33
Gautier et al., 2018 [37]	37	ЛЛС	277,9 ± 16,3	96,8 ± 16,5	0	Ускорение времени операции	IIIb – 1	4 ± 0,4
Семаш [26]	100	ЛЛС	262 ± 60	85 ± 68	1 (1)	Ускорение времени операции	II – 1 IIIa – 1 IIIb – 1	4,5 ± 1,6
Monakhov et al., 2021 [39]	164	ЛЛС	227,5 (140–400)	50 (20–400)	2 (1,2)	37	II – 2 IIIa – 2 IIIb – 1	5 (2–14)
Kwon et al., 2018 [56]	54	ПД – 41 РПД – 10 ЛД – 3	436 (294–684)	300 (10–850)	4 (7,4)	20	I и II – 9 IIIa – 6 IIIb – 3	10 (7–27)
Takahara et al., 2017 [71]	54	ПД	454,93 ± 85	81,07 ± 52,78	1 (1,9)	40	I и II – 6 IIIa – 4	8,43 ± 1,65
Park et al., 2019 [89]	91	ПД	345 ± 225	300 ± 200	5 (5,5)	30	I и II – 2 IIIa – 11 IIIb – 3	10 ± 3
Rhu et al., 2021 [57]	255	ПД	261 (230–325)	200 (150–300)	5 (2)	Не оценивалась	I – 7 II – 20 IIIa – 11 IIIb – 4	8,87 ± 3,00
Soubrane et al., 2022 [50]	412	ЛД – 164 ПД – 248	424 (240–850)	410 (10–3550)	17 (4,1)	Ускорение времени операции	I и II – 70 III и IV – 38	10 (2–50)
Seo et al., 2022 [90]	376	ПД	260,9 ± 66,1	257,8 ± 194,6	Не описано	Ускорение времени операции	I и II – 10 IIIa и IIIb – 19	7,2 ± 2,4

Примечание. ЛЛС – левый латеральный сектор; ЛД – левая доля; ПД – правая доля; РПД – расширенная правая доля; С–D – Clavien–Dindo (классификация осложнений).

Note. ЛЛС – left lateral sector; ЛД – left lobe; ПД – right lobe; РПД – extended right lobe; С–D – Clavien–Dindo classification.

высокую стоимость роботизированного подхода по сравнению с лапароскопическим [85]. Они также подчеркнули, что конверсия при роботизированной резекции занимает больше времени, чем при лапароскопическом подходе. Поэтому крайне важно применить все лапароскопические методы для остановки неожиданного кровотечения перед конверсией.

Что касается кривой обучения в роботической донорской хирургии, Broering et al. утверждают, что роботизированная гемигепатэктомия занимает короткий период обучения: этап освоения достигается за 15 процедур [83]. Chen et al. подошли более размеренно к обучению и разделили кривую на три фазы: начинающий хирург (1–15 операций), обученный хирург (15–25 операций) и опытный хирург (25–52 операции). Эффект обучения был продемонстрирован сокращением времени операции и пребывания доноров в стационаре после 1-й фазы обучения. После второй фазы обучения уменьшалась кровопотеря. Также авторы отмечают, что наличие двойной консоли управления роботом предлагает безопасную форму обучения, поскольку куратор (учитель) может помогать хирургу во время операции и брать на себя управление, если это необходимо [84, 92].

Самый большой опыт по робот-ассистированной резекции печени у доноров в настоящий момент сосредоточен в госпитале King Faisal Specialist Hospital and Research Center (KFSHRC) в Саудовской Аравии. Хирурги этого госпиталя доложили о 61 изъ-

ятии ЛЛС, 34 изъятиях левой доли и 80 изъятиях правой доли [95]. Суммарный мировой опыт представлен в табл. 4.

В любом случае роботизированный подход по-прежнему очень ограничен в географическом пространстве и требует гораздо большего опыта, чем лапароскопия. Предстоящее внедрение новых роботизированных систем, поддерживающих тактильную обратную связь, или кавитронных ультразвуковых хирургических диссекторов будет способствовать дальнейшему распространению роботизированной резекции печени у доноров.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ НАПРАВЛЕНИЯ

Основными препятствиями к развитию и повсеместному внедрению направления мини-инвазивной донорской хирургии печени являются недостаток материально-технической базы клиник, отсутствие соответствующих навыков у хирургов и препятствия со стороны клиники. Также нет единообразного и стандартизированного подхода к осуществлению операции, в каждом центре хирургические подходы свои [53]. Создание международного реестра мини-инвазивных донорских операций и внедрение стандартизированной хирургической техники поможет в обучении хирургов по всему миру.

Также новые технологии внедряются в медицину постоянно. Одна из новых технологий, которую уже начинают применять в лапароскопической хирургии,

Таблица 4

Результаты робот-ассистированного изъятия фрагментов печени в различных трансплантологических центрах

Results of robot-assisted living-donor hepatectomy at different transplant centers

Автор	Количество операций	Фрагмент изъятия	Время операции, минут (диапазон)	Кровопотеря, миллилитров	Конверсии, n (%)	Кривая обучения, количество операций	Осложнения (C–D), количество	Время госпитализации, дни (диапазон)
Chen et al., 2016 [92]	16	ПД	596 (353–753)	169 (50–500)	0	15	IIIa – 1	7 (6–8)
Broering et al., 2020 [83]	35	ПД	504 ± 73,5	250 (100–800)	0	15	I и II – 2	5,3 (3–12)
Binoj et al., 2020 [93]	51	ПД	536,8 ± 73,4	530,39 ± 222,72	0	Не описано	Не описано	8,27 ± 3,0
Rho et al., 2020	52	ПД	493,6	109,8	2 (3,8)	Ускорение времени операции	I и II – 8 IIIa и IIIb – 2	
Broering et al., 2020 [95]	175	ЛЛС – 61 ЛД – 34 ПД – 80	424 (177–693)	138,1 (20–1000)	2 (1,14)	Не оценивалась	I и II – 12	4,3 (2–22)
Troisi et al., 2021 [85]	25	ЛЛС	290	100	0	15	0	3 ± 0,3

Примечание. ЛЛС – левый латеральный сектор; ЛД – левая доля; ПД – правая доля; РПД – расширенная правая доля; C–D – Clavien–Dindo (классификация осложнений).

Note. ЛЛС – left lateral sector; ЛД – left lobe; ПД – right lobe; РПД – extended right lobe; C–D – Clavien–Dindo classification.

в том числе и гепатобилиарной, – это технология дополненной реальности. Хирург, используя специальные очки дополненной реальности, может видеть в мониторе не только операционное поле, но еще и сосудистые структуры, которые подгружаются, используя данные МСКТ и технологию виртуальной реальности. Прототипы уже существуют и проходят апробацию [96–98].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Прижизненное донорство вносит существенный вклад в расширение пула донорских органов. Минимально инвазивные подходы в резекции печени потенциально могут дать возможность увеличить количество трансплантаций от живых доноров ввиду ряда преимуществ. К таким преимуществам относятся меньшая кровопотеря во время операции, менее выраженный болевой синдром, быстрая реабилитация и небольшой процент осложнений. В руках опытных хирургов данный подход безопасен не только для доноров, но и для реципиентов, поскольку качество трансплантата не становится хуже после мини-инвазивного изъятия. Данное направление является перспективным, однако далеко не во всех трансплантологических центрах есть возможность выполнять такие операции. В основном препятствиями к развитию мини-инвазивных донорских резекций являются недостаточное оснащение клиники и консервативность хирургов. При этом на этапе внедрения программы мини-инвазивного изъятия трансплантата печени важно помнить о необходимости опыта в гепатобилиарной хирургии и о наличии наставника, который может помочь с обучением.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflict of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Готье СВ, Монахов АР, Цирульникова ОМ, Латыпов РА, Джанбеков ТА, Мещеряков СВ и др. Сплит-трансплантация печени: опыт одного центра. *Альманах клинической медицины*. 2020; 48 (3): 162–170. *Gautier SV, Monakhov AR, Tsirulnikova OM, Latypov RA, Dzhambekov TA, Meshcheryakov SV et al. Split liver transplantation: a single center experience. *Almanac of Clinical Medicine*. 2020; 48 (3): 162–170. <https://doi.org/10.18786/2072-0505-2020-48-031>.*
2. Ghobrial RM, Amersi F, Busuttil RW. Surgical advances in liver transplantation. Living related and split donors. *Clin Liver Dis*. 2000; 4 (3): 553–565. [https://doi.org/10.1016/s1089-3261\(05\)70126-4](https://doi.org/10.1016/s1089-3261(05)70126-4).
3. Austin MT, Feurer ID, Chari RS, Gorden DL, Wright JK, Pinson CW. Survival after pediatric liver transplantation: why does living donation offer an advantage? *Arch Surg*. 2005; 140 (5): 465–470; discussion 470–471. <https://doi.org/10.1001/archsurg.140.5.465>.
4. Bourdeaux C, Darwish A, Jamart J, Tri TT, Janssen M, Lerut J et al. Living-related versus deceased donor pediatric liver transplantation: a multivariate analysis of technical and immunological complications in 235 recipients. *Am J Transplant*. 2007; 7 (2): 440–447. <https://doi.org/10.1111/j.1600-6143.2006.01626.x>.
5. Kasahara M, Umeshita K, Inomata Y, Uemoto S; Japanese Liver Transplantation Society. Long-term outcomes of pediatric living donor liver transplantation in Japan: an analysis of more than 2200 cases listed in the registry of the Japanese Liver Transplantation Society. *Am J Transplant*. 2013; 13 (7): 1830–1839. <https://doi.org/10.1111/ajt.12276>.
6. Semash K, Janbekov T, Akbarov M, Usmonov A, Gaibullaev T. Stages of preparation and examination of related liver donors and their perioperative management. *Coloproct*. 2023; (1): 41–54. <https://doi.org/10.56121/2181-4260-2023-1-41-54>.
7. Семаш КО, Джанбеков ТА, Акбаров ММ, Усманов АА, Повлонниезов ХГ. Прижизненное донорство фрагментов печени. Рекомендации по селекции и обследованию родственных доноров фрагмента печени. Ташкент, 2023; 24. *Semash KO, Dzhambekov TA, Akbarov MM, Usmanov AA, Povlonnietsov KhG. Prizhiznennoe donorstvo fragmentov pecheni. Rekomendatsii po selektsii i obsledovaniyu rodstvennykh donorov fragmenta pecheni. Tashkent, 2023; 24. <https://search.rads-doi.org/project/10145/index> (дата обращения: 13.02.2024). <https://doi.org/10.61726/4427.2024.11.78.001>.*
8. Quirino L, Jan PL. Living-Related Liver Transplantation. Progress, Pitfalls, and Promise. *Regen Med Appl Organ Transplant*. 2014; 283–298. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-398523-1.00021-5>.
9. Abecassis MM, Fisher RA, Olthoff KM, Freise CE, Rodrigo DR, Samstein B et al. A2ALL Study Group. Complications of living donor hepatic lobectomy – a comprehensive report. *Am J Transplant*. 2012; 12 (5): 1208–1217. <https://doi.org/10.1111/j.1600-6143.2011.03972.x>.
10. Novitsky YW, Litwin DE, Callery MP. The net immunologic advantage of laparoscopic surgery. *Surg Endosc*. 2004 Oct; 18 (10): 1411–1419. <https://doi.org/10.1007/s00464-003-8275-x>.
11. Cherqui D, Soubrane O, Husson E, Barshasz E, Vignaux O, Ghimouz M et al. Laparoscopic living donor hepatectomy for liver transplantation in children. *Lancet*. 2002 Feb 2; 359 (9304): 392–396. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(02\)07598-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(02)07598-0).
12. Organ Procurement and Transplantation network [Internet]. Liver Donors Recovered in the U.S. by Donor Type. (дата обращения: 13.02.2024). <https://optn.transplant.hrsa.gov/data/view-data-reports/national-data/>.
13. 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 Aug; 135 (2): 468–476. <https://doi.org/10.1053/j.gastro.2008.04.018>.
14. Kwong AJ, Ebel NH, Kim WR, Lake JR, Smith JM, Schladt DP et al. OPTN/SRTR 2021 Annual Data Re-

- port: Liver. *Am J Transplant*. 2023 Feb; 23 (2 Suppl 1): S178–S263. <https://doi.org/10.1016/j.ajt.2023.02.006>.
15. Lentine KL, Smith JM, Miller JM, Bradbrook K, Larkin L, Weiss S et al. OPTN/SRTR 2021 Annual Data Report: Kidney. *Am J Transplant*. 2023; 23 (2 Suppl 1): S21–S120. <https://doi.org/10.1016/j.ajt.2023.02.004>.
 16. International Registry in Organ Donation and Transplantation [Internet]. Final Numbers in 2022. (дата обращения: 13.02.2024) <https://www.irodat.org>.
 17. Nandis TG, Antcliffe D, Kokkinos C, Borysiewicz CA, Darzi AW, Tekkis PP, Papalois VE. Laparoscopic versus open live donor nephrectomy in renal transplantation: a meta-analysis. *Ann Surg*. 2008 Jan; 247 (1): 58–70. <https://doi.org/10.1097/SLA.0b013e318153fd13>.
 18. Yuan H, Liu L, Zheng S, Yang L, Pu C, Wei Q, Han P. The safety and efficacy of laparoscopic donor nephrectomy for renal transplantation: an updated meta-analysis. *Transplant Proc*. 2013 Jan-Feb; 45 (1): 65–76. <https://doi.org/10.1016/j.transproceed.2012.07.152>.
 19. Nicholson ML, Kaushik M, Lewis GR, Brook NR, Bagul A, Kay MD et al. Randomized clinical trial of laparoscopic versus open donor nephrectomy. *Br J Surg*. 2010 Jan; 97 (1): 21–28. <https://doi.org/10.1002/bjs.6803>.
 20. Soubrane O, de Rougemont O, Kim KH, Samstein B, Mamode N, Boillot O et al. Laparoscopic Living Donor Left Lateral Sectionectomy: A New Standard Practice for Donor Hepatectomy. *Ann Surg*. 2015 Nov; 262 (5): 757–761; discussion 761–763. <https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000001485>.
 21. Cherqui D, Ciria R, Kwon CHD, Kim KH, Broering D, Wakabayashi G et al. Expert Consensus Guidelines on Minimally Invasive Donor Hepatectomy for Living Donor Liver Transplantation From Innovation to Implementation: A Joint Initiative From the International Laparoscopic Liver Society (ILLS) and the Asian-Pacific Hepato-Pancreato-Biliary Association (A-PPBA). *Ann Surg*. 2021 Jan 1; 273 (1): 96–108. <https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000004475>.
 22. Семаш КО, Джанбеков ТА, Акбаров ММ, Усманов АА, Повлонниезов ХГ. Прижизненное донорство фрагментов печени. Тактика ведения родственных доноров фрагмента печени в условиях стационара, а также амбулаторно после резекции печени. Ташкент, 2023; 21. Semash KO, Dzhambekov TA, Akbarov MM, Usmanov AA, Povlonnizov KhG. Prizhiznennoe donorstvo fragmentov pecheni. Taktika vedeniya rodstvennykh donorov fragmenta pecheni v usloviyakh statsionara, a takzhe ambulatorno posle rezektsii pecheni. Tashkent, 2023; 21. <https://search.rads-doi.org/project/10146/index> (дата обращения: 15.02.2024). <https://doi.org/10.61726/7507.2024.31.90.001>.
 23. Soubrane O, Perdigo Cotta F, Scatton O. Pure laparoscopic right hepatectomy in a living donor. *Am J Transplant*. 2013 Sep; 13 (9): 2467–2471. <https://doi.org/10.1111/ajt.12361>.
 24. Nguyen KT, Marsh JW, Tsung A, Steel JJ, Gamblin TC, Geller DA. Comparative benefits of laparoscopic vs open hepatic resection: a critical appraisal. *Arch Surg*. 2011 Mar; 146 (3): 348–356. <https://doi.org/10.1001/archsurg.2010.248>.
 25. Ciria R, Cherqui D, Geller DA, Briceno J, Wakabayashi G. Comparative Short-term Benefits of Laparoscopic Liver Resection: 9000 Cases and Climbing. *Ann Surg*. 2016 Apr; 263 (4): 761–777. <https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000001413>.
 26. Семаш КО. Лапароскопическое изъятие левого латерального сектора печени у прижизненного донора: дис. ... канд. мед. наук. М., 2020; 113. Semash KO. Laparoskopicheskoe iz'yatie levogo lateral'nogo sektora pecheni u prizhiznennogo donora: dis. ... kand. med. nauk. M., 2020; 113. <https://doi.org/10.61726/5567.2024.63.97.001>.
 27. Buell JF, Cherqui D, Geller DA, O'Rourke N, Iannitti D, Dagher I et al. World Consensus Conference on Laparoscopic Surgery. The international position on laparoscopic liver surgery: The Louisville Statement, 2008. *Ann Surg*. 2009 Nov; 250 (5): 825–830. <https://doi.org/10.1097/sla.0b013e3181b3b2d8>.
 28. Wakabayashi G, Cherqui D, Geller DA, Buell JF, Kaneko H, Han HS et al. Recommendations for laparoscopic liver resection: a report from the second international consensus conference held in Morioka. *Ann Surg*. 2015 Apr; 261 (4): 619–629. <https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000001184>.
 29. Rotellar F, Ciria R, Wakabayashi G, Suh KS, Cherqui D. On behalf of the WS-MIDH collaborative group. World Survey on Minimally Invasive Donor Hepatectomy: A Global Snapshot of Current Practices in 2370 Cases. *Transplantation*. 2022 Jan 1; 106 (1): 96–105. <https://doi.org/10.1097/TP.0000000000003680>.
 30. Baker TB, Jay CL, Ladner DP, Preczewski LB, Clark L, Holl J, Abecassis MM. Laparoscopy-assisted and open living donor right hepatectomy: a comparative study of outcomes. *Surgery*. 2009 Oct; 146 (4): 817–823; discussion 823–825. <https://doi.org/10.1016/j.surg.2009.05.022>.
 31. Cherqui D. Laparoscopic liver resection. *Br J Surg*. 2003 Jun; 90 (6): 644–646. <https://doi.org/10.1002/bjs.4197>.
 32. Soubrane O, Cherqui D, Scatton O, Stenard F, Bernard D, Branchereau S et al. Laparoscopic left lateral sectionectomy in living donors: safety and reproducibility of the technique in a single center. *Ann Surg*. 2006 Nov; 244 (5): 815–820. <https://doi.org/10.1097/01.sla.0000218059.31231.b6>.
 33. Troisi R, Debruyne R, Rogiers X. Laparoscopic living donor hepatectomy for pediatric liver transplantation. *Acta Chir Belg*. 2009 Jul-Aug; 109 (4): 559–562. <https://doi.org/10.1080/00015458.2009.11680486>.
 34. Kim KH, Jung DH, Park KM, Lee YJ, Kim DY, Kim KM, Lee SG. Comparison of open and laparoscopic live donor left lateral sectionectomy. *Br J Surg*. 2011 Sep; 98 (9): 1302–1308. <https://doi.org/10.1002/bjs.7601>.
 35. Scatton O, Katsanos G, Boillot O, Goumard C, Bernard D, Stenard F et al. Pure laparoscopic left lateral sectionectomy in living donors: from innovation to development in France. *Ann Surg*. 2015 Mar; 261 (3): 506–512. <https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000000642>.
 36. Gautier S, Monakhov A, Gallyamov E, Tsirulnikova O, Zagaynov E, Dzhambekov T et al. Laparoscopic left lateral section procurement in living liver donors: A sin-

- gle center propensity score-matched study. *Clin Transplant*. 2018 Sep; 32 (9): e13374. <https://doi.org/10.1111/ctr.13374>.
37. Monakhov A, Semash K, Tsiroulnikova O, Djanbekov T, Khizroev K, Kurtak N, Gautier S. Laparoscopic left lateral sectionectomy in living liver donors: from the first experience to routine usage. *Transplantation*. 2020 Sep; 104 (S3): S241. <https://doi.org/10.1097/01.tp.0000699664.06418.8f>.
 38. Готье СВ, Монахов АР, Галлямов ЭА, Загайнов ЕВ, Цирульников ОМ, Семаш КО и др. Лапароскопический забор фрагментов печени от живого родственного донора для трансплантации детям. *Анналы хирургической гепатологии*. 2018; 23 (1): 13–18. Gautier SV, Monakhov AR, Gallyamov EA, Zagaynov EV, Tsirolnikova OM, Semash KO et al. Laparoscopic Approach in Liver Harvesting from Living Donors for Transplantation in Children. *Annaly khirurgicheskoy gepatologii = Annals of HPB Surgery*. 2018; 23 (1): 13–18. (In Russ.). <https://doi.org/10.16931/1995-5464.2018-1-13-18>.
 39. Monakhov A, Gautier S, Tsiroulnikova O, Semash O, Latypov R, Dzhanbekov T et al. Living donor left lateral sectionectomy: Should the procedure still be performed open? *Journal of Liver Transplantation*. 2021; 1: 100001. <https://doi.org/10.1016/j.liver.2020.100001>.
 40. Monakhov A, Semash K, Khizroev K, Tsiroulnikova O, Voskanov M, Gallyamov E et al. Laparoscopic living donor hepatectomy: a new standard for left-sided grafts? *Transplantation*. 2022; 106 (8S): 139–139.
 41. Monakhov A, Semash K, Boldyrev M, Mescheryakov S, Gautier S. Laparoscopic donor hepatectomy in settings of pediatric living donor liver transplantation: single center experience. *Korean J Transplant*. 2022; 36 (Supple 1): S354. <http://doi.org/10.4285/ATW2022.F-4979>.
 42. Monakhov A, Gautier S, Tsiroulnikova O, Semash K, Khizroev K, Gallamov E et al. 332.3: Laparoscopic hepatectomy in living liver donors for transplantation in children: From implementation to routine use. *Transplantation*. 2019; 103 (11S): S82. <https://doi.org/10.1097/01.tp.0000612032.55662.25>.
 43. Готье СВ, Галлямов ЭА, Монахов АР, Хизроев ХМ, Загайнов ЕВ, Семаш КО. Лапароскопическое изъятие фрагментов печени прижизненного донора для трансплантации детям. *Вестник трансплантологии и искусственных органов*. 2017; 19 (S): 90–91. Gautier SV, Gallyamov EA, Monakhov AR, Khizroev HM, Zagaynov EV, Semash KO. Laparoscopic removal of liver fragments from a living donor for transplantation to children. *Russian Journal of Transplantology and Artificial Organs*. 2017; 19 (S): 90–91.
 44. Samstein B, Griesemer A, Halazun K, Kato T, Guarnera JV, Cherqui D, Emond JC. Pure Laparoscopic Donor Hepatectomies: Ready for Widespread Adoption? *Ann Surg*. 2018 Oct; 268 (4): 602–609. <https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000002959>.
 45. Broering DC, Elsheikh Y, Shagrani M, Abaalkhail F, Troisi RI. Pure Laparoscopic Living Donor Left Lateral Sectionectomy in Pediatric Transplantation: A Propensity Score Analysis on 220 Consecutive Patients. *Liver Transpl*. 2018 Aug; 24 (8): 1019–1030. <https://doi.org/10.1002/lt.25043>.
 46. Kim WJ, Kim KH, Cho HD, Namgoong JM, Hwang S, Park JI, Lee SG. Long-Term Safety and Efficacy of Pure Laparoscopic Donor Hepatectomy in Pediatric Living Donor Liver Transplantation. *Liver Transpl*. 2021 Apr; 27 (4): 513–524. <https://doi.org/10.1002/lt.25910>.
 47. Семаш КО, Монахов АР, Хизроев ХМ, Джанбеков ТА, Мещеряков СВ, Болдырев МА и др. Лапароскопическая гемигепатэктомия у прижизненного донора печени. *Вестник трансплантологии и искусственных органов*. 2021; 23 (S): 65. Semash KO, Monakhov AR, Khizroev HM, Dzhanbekov TA, Meshcheryakov SV, Boldyrev MA et al. Laparoscopic hemihepatectomy in a living liver donor. *Russian Journal of Transplantology and Artificial Organs*. 2021; 23 (S): 65.
 48. Taketomi A, Kayashima H, Soejima Y, Yoshizumi T, Uchiyama H, Ikegami T et al. Donor risk in adult-to-adult living donor liver transplantation: impact of left lobe graft. *Transplantation*. 2009 Feb 15; 87 (3): 445–450. <https://doi.org/10.1097/TP.0b013e3181943d46>.
 49. Iida T, Ogura Y, Oike F, Hatano E, Kaido T, Egawa H et al. Surgery-related morbidity in living donors for liver transplantation. *Transplantation*. 2010 May 27; 89 (10): 1276–1282. <https://doi.org/10.1097/TP.0b013e3181d66c55>.
 50. Soubrane O, Eguchi S, Uemoto S, Kwon CHD, Wakabayashi G, Han HS et al. Minimally Invasive Donor Hepatectomy for Adult Living Donor Liver Transplantation: An International, Multi-institutional Evaluation of Safety, Efficacy and Early Outcomes. *Ann Surg*. 2022 Jan 1; 275 (1): 166–174. <https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000003852>.
 51. Han HS, Cho JY, Yoon YS, Hwang DW, Kim YK, Shin HK, Lee W. Total laparoscopic living donor right hepatectomy. *Surg Endosc*. 2015 Jan; 29 (1): 184. <https://doi.org/10.1007/s00464-014-3649-9>.
 52. Lin NC, Nitta H, Wakabayashi G. Laparoscopic major hepatectomy: a systematic literature review and comparison of 3 techniques. *Ann Surg*. 2013 Feb; 257 (2): 205–213. <https://doi.org/10.1097/SLA.0b013e31827da7fe>.
 53. Семаш КО, Готье СВ. Обзор хирургической техники выполнения лапароскопических донорских резекций фрагментов печени. *Вестник трансплантологии и искусственных органов*. 2020; 22 (4): 149–153. Semash KO, Gautier SV. Review of surgical techniques for performing laparoscopic donor hepatectomy. *Russian Journal of Transplantology and Artificial Organs*. 2020; 22 (4): 149–153. <https://doi.org/10.15825/1995-1191-2020-4-149-153>.
 54. Восканян СЭ, Артемьев АИ, Забежинский ДА, Шабалин МВ, Башков АН. Лапароскопическая донорская правосторонняя гемигепатэктомия (первый опыт в Российской Федерации). *Эндоскопическая хирургия*. 2017; 23 (3): 37–40. Voskanyan SAe, Artem'ev AI, Zabezhinskiyi DA, Shabalin MV, Bashkov AN. Laparoscopic donor right hemihepatectomy (first experience in Russia). *Endoscopic Surgery*. 2017; 23 (3): 37–40. (In Russ.). doi: 10.17116/endoskop201723337-40.

55. Suh KS, Yi NJ, Kim T, Kim J, Shin WY, Lee HW et al. Laparoscopy-assisted donor right hepatectomy using a hand port system preserving the middle hepatic vein branches. *World J Surg.* 2009 Mar; 33 (3): 526–533. <https://doi.org/10.1007/s00268-008-9842-z>.
56. Kwon CHD, Choi GS, Kim JM, Cho CW, Rhu J, Soo Kim G et al. Laparoscopic Donor Hepatectomy for Adult Living Donor Liver Transplantation Recipients. *Liver Transpl.* 2018 Nov; 24 (11): 1545–1553. <https://doi.org/10.1002/lt.25307>.
57. Rhu J, Kim MS, Choi GS, Kim JM, Kwon CHD, Joh JW. Laparoscopic Living Donor Right Hepatectomy Regarding the Anatomical Variation of the Portal Vein: A Propensity Score-Matched Analysis. *Liver Transpl.* 2021 Jul; 27 (7): 984–996. <https://doi.org/10.1002/lt.26050>.
58. Готье СВ, Монахов АР. Обследование, отбор и подготовка прижизненных доноров фрагмента печени для трансплантации детям. *Вестник трансплантологии и искусственных органов.* 2015; 17 (1): 134–146. Gauthier SV, Monakhov AR. Evaluation, selection and preparation of living donor for partial liver transplantation in children. *Russian Journal of Transplantation and Artificial Organs.* 2015; 17 (1): 134–146. (In Russ.). <https://doi.org/10.15825/1995-1191-2015-1-134-146>.
59. Marubashi S, Wada H, Kawamoto K, Kobayashi S, Eguchi H, Doki Y et al. Laparoscopy-assisted hybrid left-side donor hepatectomy. *World J Surg.* 2013 Sep; 37 (9): 2202–2210. <https://doi.org/10.1007/s00268-013-2117-3>.
60. Ausania F, Holmes LR, Ausania F, Iype S, Ricci P, White SA. Intraoperative cholangiography in the laparoscopic cholecystectomy era: why are we still debating? *Surg Endosc.* 2012 May; 26 (5): 1193–1200. <https://doi.org/10.1007/s00464-012-2241-4>. Epub 2012 Mar 22.
61. Kim YS, Choi SH. Pure Laparoscopic Living Donor Right Hepatectomy Using Real-Time Indocyanine Green Fluorescence Imaging. *J Gastrointest Surg.* 2019 Aug; 23 (8): 1711–1712. <https://doi.org/10.1007/s11605-019-04217-w>.
62. Kim KH, Kang SH, Jung DH, Yoon YI, Kim WJ, Shin MH, Lee SG. Initial Outcomes of Pure Laparoscopic Living Donor Right Hepatectomy in an Experienced Adult Living Donor Liver Transplant Center. *Transplantation.* 2017 May; 101 (5): 1106–1110. <https://doi.org/10.1097/TP.0000000000001637>.
63. Rotellar F, Pardo F, Benito A, Zozaya G, Martí-Cruchaga P, Hidalgo F et al. Totally Laparoscopic Right Hepatectomy for Living Donor Liver Transplantation: Analysis of a Preliminary Experience on 5 Consecutive Cases. *Transplantation.* 2017 Mar; 101 (3): 548–554. <https://doi.org/10.1097/TP.0000000000001532>.
64. Hong SK, Tan MY, Worakitti L, Lee JM, Cho JH, Yi NJ et al. Pure Laparoscopic Versus Open Right Hepatectomy in Live Liver Donors: A Propensity Score-matched Analysis. *Ann Surg.* 2022 Jan 1; 275 (1): e206–e212. <https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000003914>.
65. Choi HJ, You YK, Na GH, Hong TH, Shetty GS, Kim DG. Single-port laparoscopy-assisted donor right hepatectomy in living donor liver transplantation: sensible approach or unnecessary hindrance? *Transplant Proc.* 2012 Mar; 44 (2): 347–352. <https://doi.org/10.1016/j.transproceed.2012.01.018>.
66. Egger ME, Ohlendorf JM, Scoggins CR, McMasters KM, Martin RC 2nd. Assessment of the reporting of quality and outcome measures in hepatic resections: a call for 90-day reporting in all hepatectomy series. *HPB (Oxford).* 2015 Sep; 17 (9): 839–845. <https://doi.org/10.1111/hpb.12470>.
67. Clavien PA, Barkun J, de Oliveira ML, Vauthey JN, Dindo D, Schulick RD et al. The Clavien–Dindo classification of surgical complications: five-year experience. *Ann Surg.* 2009 Aug; 250 (2): 187–196. <https://doi.org/10.1097/SLA.0b013e3181b13ca2>.
68. Slankamenac K, Graf R, Barkun J, Puhan MA, Clavien PA. The comprehensive complication index: a novel continuous scale to measure surgical morbidity. *Ann Surg.* 2013 Jul; 258 (1): 1–7. <https://doi.org/10.1097/SLA.0b013e318296c732>.
69. Zhang X, Yang J, Yan L, Li B, Wen T, Xu M et al. Comparison of laparoscopy-assisted and open donor right hepatectomy: a prospective case-matched study from china. *J Gastrointest Surg.* 2014 Apr; 18 (4): 744–750. <https://doi.org/10.1007/s11605-013-2425-9>.
70. Lei HJ, Lin NC, Chen CY, Chou SC, Chung MH, Shyr BU et al. Safe Strategy to Initiate Total Laparoscopic Donor Right Hepatectomy: A Stepwise Approach From a Laparoscopy-Assisted Method. *World J Surg.* 2020 Sep; 44 (9): 3108–3118. <https://doi.org/10.1007/s00268-020-05572-5>.
71. Takahara T, Wakabayashi G, Nitta H, Hasegawa Y, Katagiri H, Umemura A et al. The First Comparative Study of the Perioperative Outcomes Between Pure Laparoscopic Donor Hepatectomy and Laparoscopy-Assisted Donor Hepatectomy in a Single Institution. *Transplantation.* 2017 Jul; 101 (7): 1628–1636. <https://doi.org/10.1097/TP.0000000000001675>.
72. Makki K, Chorasaya VK, Sood G, Srivastava PK, Dargan P, Vij V. Laparoscopy-assisted hepatectomy versus conventional (open) hepatectomy for living donors: when you know better, you do better. *Liver Transpl.* 2014 Oct; 20 (10): 1229–1236. <https://doi.org/10.1002/lt.23940>.
73. Troppmann C, Ormond DB, Perez RV. Laparoscopic (vs open) live donor nephrectomy: a UNOS database analysis of early graft function and survival. *Am J Transplant.* 2003 Oct; 3 (10): 1295–1301. <https://doi.org/10.1046/j.1600-6143.2003.00216.x>.
74. Fancellu A, Rosman AS, Sanna V, Nigri GR, Zorcolo L, Pisano M, Melis M. Meta-analysis of trials comparing minimally-invasive and open liver resections for hepatocellular carcinoma. *J Surg Res.* 2011 Nov; 171 (1): e33–e45. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2011.07.008>.
75. Xiong JJ, Altaf K, Javed MA, Huang W, Mukherjee R, Mai G et al. Meta-analysis of laparoscopic vs open liver resection for hepatocellular carcinoma. *World J Gastroenterol.* 2012 Dec 7; 18 (45): 6657–6668. <https://doi.org/10.3748/wjg.v18.i45.6657>.
76. Kitajima T, Kaido T, Iida T, Seo S, Taura K, Fujimoto Y et al. Short-term outcomes of laparoscopy-assisted hybrid living donor hepatectomy: a comparison with the conventional open procedure. *Surg Endosc.* 2017 Dec; 31 (12): 5101–5110. <https://doi.org/10.1007/s00464-017-5575-0>.

77. Rhu J, Choi GS, Kwon CHD, Kim JM, Joh JW. Learning curve of laparoscopic living donor right hepatectomy. *Br J Surg*. 2020 Feb; 107 (3): 278–288. <https://doi.org/10.1002/bjs.11350>. Epub 2019 Oct 25.
78. Kurosaki I, Yamamoto S, Kitami C, Yokoyama N, Nakatsuka H, Kobayashi T et al. Video-assisted living donor hemihepatectomy through a 12-cm incision for adult-to-adult liver transplantation. *Surgery*. 2006 May; 139 (5): 695–703. <https://doi.org/10.1016/j.surg.2005.12.002>.
79. Song JL, Yang J, Wu H, Yan LN, Wen TF, Wei YG, Yang JY. Pure laparoscopic right hepatectomy of living donor is feasible and safe: a preliminary comparative study in China. *Surg Endosc*. 2018 Nov; 32 (11): 4614–4623. <https://doi.org/10.1007/s00464-018-6214-0>.
80. Rotellar F, Pardo F, Martí-Cruchaga P, Zozaya G, Valentí V, Bellver M et al. Liver mobilization and liver hanging for totally laparoscopic right hepatectomy: an easy way to do it. *Langenbecks Arch Surg*. 2017 Feb; 402 (1): 181–185. <https://doi.org/10.1007/s00423-016-1473-5>.
81. Giulianotti PC, Tzvetanov I, Jeon H, Bianco F, Spaggiari M, Oberholzer J, Benedetti E. Robot-assisted right lobe donor hepatectomy. *Transpl Int*. 2012 Jan; 25 (1): e5–e9. <https://doi.org/10.1111/j.1432-2277.2011.01373.x>.
82. Salloum C, Lim C, Lahat E, Gavara CG, Levesque E, Compagnon P, Azoulay D. Robotic-Assisted Versus Laparoscopic Left Lateral Sectionectomy: Analysis of Surgical Outcomes and Costs by a Propensity Score Matched Cohort Study. *World J Surg*. 2017 Feb; 41 (2): 516–524. <https://doi.org/10.1007/s00268-016-3736-2>.
83. Broering DC, Elsheikh Y, Alnemary Y, Zidan A, Elsarawy A, Saleh Y et al. Robotic Versus Open Right Lobe Donor Hepatectomy for Adult Living Donor Liver Transplantation: A Propensity Score-Matched Analysis. *Liver Transpl*. 2020 Nov; 26 (11): 1455–1464. <https://doi.org/10.1002/lt.25820>.
84. Chen PD, Wu CY, Hu RH, Chen CN, Yuan RH, Liang JT et al. Robotic major hepatectomy: Is there a learning curve? *Surgery*. 2017 Mar; 161 (3): 642–649. <https://doi.org/10.1016/j.surg.2016.09.025>.
85. Troisi RI, Elsheikh Y, Alnemary Y, Zidan A, Sturdevant M, Alabbad S et al. Safety and Feasibility Report of Robotic-assisted Left Lateral Sectionectomy for Pediatric Living Donor Liver Transplantation: A Comparative Analysis of Learning Curves and Mastery Achieved With the Laparoscopic Approach. *Transplantation*. 2021; 105 (5): 1044–1051. <https://doi.org/10.1097/TP.0000000000003332>.
86. Cai X, Li Z, Zhang Y, Yu H, Liang X, Jin R, Luo F. Laparoscopic liver resection and the learning curve: a 14-year, single-center experience. *Surg Endosc*. 2014 Apr; 28 (4): 1334–1341. <https://doi.org/10.1007/s00464-013-3333-5>.
87. Lee B, Choi Y, Han HS, Yoon YS, Cho JY, Kim S et al. Comparison of pure laparoscopic and open living donor right hepatectomy after a learning curve. *Clin Transplant*. 2019 Oct; 33 (10): e13683. <https://doi.org/10.1111/ctr.13683>.
88. Yu YD, Kim KH, Jung DH, Lee SG, Kim YG, Hwang GS. Laparoscopic live donor left lateral sectionectomy is safe and feasible for pediatric living donor liver transplantation. *Hepatogastroenterology*. 2012; 59 (120): 2445–2449. <https://doi.org/10.5754/hge12134>.
89. Park J, Kwon DCH, Choi GS, Kim SJ, Lee SK, Kim JM et al. Safety and Risk Factors of Pure Laparoscopic Living Donor Right Hepatectomy: Comparison to Open Technique in Propensity Score-matched Analysis. *Transplantation*. 2019 Oct; 103 (10): e308–e316. <https://doi.org/10.1097/TP.0000000000002834>.
90. Seo J, Hong SK, Lee S, Hong SY, Choi Y, Yi NJ et al. Pure Laparoscopic Versus Open Right Hepatectomy in Living Donors: Graft Weight Discrepancy. *Ann Transplant*. 2022 Dec 2; 27: e938274. <https://doi.org/10.12659/AOT.938274>.
91. Lee KW, Choi Y, Hong SK, Lee S, Hong SY, Suh S et al. Laparoscopic donor and recipient hepatectomy followed by robot-assisted liver graft implantation in living donor liver transplantation. *Am J Transplant*. 2022 Apr; 22 (4): 1230–1235. <https://doi.org/10.1111/ajt.16943>.
92. Chen PD, Wu CY, Hu RH, Ho CM, Lee PH, Lai HS et al. Robotic liver donor right hepatectomy: A pure, minimally invasive approach. *Liver Transpl*. 2016 Nov; 22 (11): 1509–1518. <https://doi.org/10.1002/lt.24522>.
93. Binoj ST, Mathew JS, Nair K, Mallick S, Chandran B, Menon R et al. 260 Robotic Donor Right Hepatectomy: Is It Just Flaunting the Scar? *Gastroenterology*. 2020; 158: S-1263. [https://doi.org/10.1016/S0016-5085\(20\)33815-4](https://doi.org/10.1016/S0016-5085(20)33815-4).
94. Семаш КО, Джанбеков ТА, Акбаров ММ. Сосудистые осложнения после трансплантации печени – современные методы диагностики и лечения. Обзор мировой литературы. *Вестник трансплантологии и искусственных органов*. 2023; 25 (4): 46–72. Semash KO, Dzhankbekov TA, Akbarov MM. Vascular complications after liver transplantation: contemporary approaches to detection and treatment. A literature review. *Russian Journal of Transplantology and Artificial Organs*. 2023; 25 (4): 46–72. <https://doi.org/10.15825/1995-1191-2023-4-46-72>.
95. Broering DC, Zidan A. Advancements in Robotic Living Donor Hepatectomy, Review of Literature and Single-Center Experience. *Curr Transpl Rep*. 2020; 7: 324–331. <https://doi.org/10.1007/s40472-020-00311-0>.
96. Li D, Wang M. A 3D Image Registration Method for Laparoscopic Liver Surgery Navigation. *Electronics*. 2022; 11 (11): 1670. <https://doi.org/10.3390/electronics11111670>.
97. Golse N, Petit A, Lewin M, Vibert E, Cotin S. Augmented Reality during Open Liver Surgery Using a Markerless Non-rigid Registration System. *J Gastrointest Surg*. 2021; 25 (3): 662–671. <https://doi.org/10.1007/s11605-020-04519-4>.
98. Naito S, Kajiwara M, Nakashima R, Sasaki T, Hasegawa S. Application of Extended Reality (Virtual Reality and Mixed Reality) Technology in Laparoscopic Liver Resections. *Cureus*. 2023 Sep 1; 15 (9): e44520. <https://doi.org/10.7759/cureus.44520>.

Статья поступила в редакцию 15.02.2024 г.

The article was submitted to the journal on 15.02.2024