

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ АСПЕКТОВ ГЕМИГЕПАТОЭКТОМИИ

Юсупов Темурбек Алишер угли
Самостоятельный соискатель кафедры
Хирургических болезней №1 и трансплантологии
Самаркандский государственный медицинский университет

Салихов Диёр Бахтиёрович
Самостоятельный соискатель кафедры
Хирургических болезней №1 и трансплантологии
Самаркандский государственный медицинский университет

Резюме. Проведен ретроспективный анализ 120 случаев гемигепатэктомии: 60 – открытым способом (2010–2015 гг.) и 60 – с внедрением лапароскопических/роботизированных технологий (2016–2021 гг.). Оценивались клинические исходы (осложнения, летальность, длительность госпитализации) и экономические показатели (стоимость лечения, структура затрат). Малоинвазивные технологии привели к снижению общей частоты осложнений с 30% до 15%, тяжелых осложнений – с 15% до 5%, сокращению послеоперационной летальности (с 5% до 1,7%). Средняя продолжительность госпитализации уменьшилась с 12 до 7 дней ($p < 0,001$). Несмотря на более высокую стоимость оборудования и материалов при лапароскопических и робот-ассистированных вмешательствах, общая средняя стоимость лечения одного пациента снизилась ~на 12% за счет сокращения расходов на послеоперационный период. Лапароскопическая гемигепатэктомия оказалась наиболее экономически эффективной стратегией, демонстрируя сочетание лучших клинических исходов и меньших затрат по сравнению с открытой операцией. Робот-ассистированные резекции обеспечили сходные клинические преимущества, однако их стоимость пока несколько выше, чем у традиционного подхода. Современные технологии (3D-визуализация, индоцианиновая флуоресценция, ультразвуковые диссекторы, ERAS-протоколы) сыграли ключевую роль в улучшении результатов.

Ключевые слова: гемигепатэктомия; резекция печени; лапароскопическая хирургия; робот-ассистированная хирургия; экономическая эффективность; осложнения; малоинвазивные технологии; стоимость лечения.

ECONOMIC EFFECTIVENESS AND IMPROVEMENT OF THE TECHNOLOGICAL ASPECTS OF HEMIHEPATECTOMY

Yusupov Temurbek Alisher Ugli
Independent Researcher
Department of Surgical Diseases No. 1 and Transplantology
Samarkand State Medical University

Salikhov Diyor Bahtiyarovich
Independent Researcher
Department of Surgical Diseases No. 1 and Transplantology
Samarkand State Medical University

Annotation. A retrospective analysis of 120 hemihepatectomies was conducted: 60 open surgeries (2010–2015) and 60 surgeries with introduced laparoscopic/robotic techniques (2016–2021). Clinical outcomes (complications, mortality, length of hospital stay) and economic parameters (treatment cost, cost structure) were assessed. The adoption of minimally invasive techniques led to a reduction in overall complication rate from 30% to 15%, including a decrease in severe complications from 15% to 5%, as well as lower postoperative mortality (from 5% to 1.7%). The average hospital stay decreased significantly from 12 to 7 days ($p < 0.001$). Despite higher upfront costs for equipment and disposables in laparoscopic and robotic procedures, the total average treatment cost per patient was reduced by approximately 12% due to lower postoperative expenses. Laparoscopic hemihepatectomy proved to be the most cost-effective strategy, offering superior clinical outcomes at lower overall cost compared to open surgery. Robot-assisted resections provided similar clinical benefits, though their current total cost remains slightly higher than the traditional approach. Modern technologies (3D visualization, indocyanine fluorescence, ultrasonic dissectors, ERAS protocols) played a key role in improving outcomes.

Keywords: hemihepatectomy; liver resection; laparoscopic surgery; robot-assisted surgery; cost-effectiveness; complications; minimally invasive techniques; treatment cost.

Гемигепатэктомия (удаление половины печени) является одной из самых сложных операций в абдоминальной хирургии, применяемой для лечения злокачественных новообразований печени (первичных опухолей и метастазов), обширных травм и других тяжелых поражений печени. Ежегодно в мире отмечается рост заболеваемости раком печени: по прогнозам Всемирной организации здравоохранения к 2040 году число новых случаев рака печени достигнет 1,4 млн, а смертность – 1,3 млн случаев в год. В современной

онкологии около 80% пациентов, которым проводится гемигепатэктомия, – это онкологические больные с первичными или метастатическими опухолями печени. У пациентов с колоректальным раком отдаленные метастазы в печень развиваются до 70% случаев, что делает резекционные вмешательства на печени крайне востребованными. Хирургическое удаление пораженных сегментов печени зачастую является единственным радикальным методом лечения, позволяющим достичь 5-летней выживаемости порядка 40–50% и более у отобранных пациентов при гепатоцеллюлярном раке и метастатическом поражении. Таким образом, совершенствование технологий выполнения гемигепатэктомий имеет высокую актуальность для улучшения онкологических результатов и выживаемости пациентов.

Помимо клинической эффективности, существенное значение имеет экономическая эффективность данных вмешательств. Традиционная открытая гемигепатэктомия сопровождается значительным травматизмом, большим объемом интраоперационной кровопотери и высоким риском осложнений, что приводит к длительной госпитализации и росту затрат на лечение. С развитием техники появились усовершенствованные технологии: малоинвазивные (лапароскопические) и робот-ассистированные методы резекции печени, а также современные инструменты и подходы (ультразвуковые диссекторы, лазерные скальпели, сшивающие аппараты, интраоперационная ультразвуковая навигация, флуоресцентная визуализация с индоцианином зеленым и т.д.). Эти инновации призваны снизить травматичность операции, уменьшить частоту осложнений и сократить период нетрудоспособности, что в перспективе повышает экономическую эффективность лечения. По данным литературы, уже к 2020-м годам в ведущих центрах до 30–50% резекций печени выполняются лапароскопически, а в некоторых регионах (например, в Москве) большинство операций на передних сегментах печени (II–III) проводится малоинвазивно, что достоверно уменьшает объем кровопотери и сокращает реабилитационный период. Тем не менее, внедрение новых технологий связано с существенными первоначальными расходами (например, стоимость роботических систем, одноразового инструментария и обучения персонала). Возникает необходимое для здравоохранения вопрос: насколько оправдано с экономической точки зрения широкое внедрение малоинвазивных и роботизированных методов гемигепатэктомии по сравнению с традиционными подходами?

Таким образом, актуальность исследования определяется потребностью в обосновании экономической эффективности внедрения усовершенствованных технологий при выполнении гемигепатэктомии. Необходимо всесторонне оценить, дают ли новые методы достаточные клинические преимущества (снижение осложнений, сокращение пребывания в стационаре, улучшение

качества жизни), которые компенсируют их более высокую стоимость, и каковы современные тенденции и результаты применения этих технологий.

Цель исследования. Оценить экономическую эффективность внедрения современных технологических подходов при выполнении гемигепатэктомии и обосновать их применение на основе сравнения с традиционной открытой хирургией. В рамках этой цели предполагается анализ клинико-экономических показателей (частота осложнений, продолжительность госпитализации, затраты на лечение и др.) при использовании усовершенствованных технологий (лапароскопические и робот-ассистированные гемигепатэктомии, современные инструменты) по сравнению с классическим открытым методом, а также обзор современных малоинвазивных и высокотехнологичных подходов к резекции печени.

Материал и методы исследования. Проведено ретроспективное сравнительное исследование “до и после” внедрения новых технологий на базе крупного хирургического центра. Проанализированы данные пациентов, перенесших гемигепатэктомию в период 2010–2015 гг. преимущественно открытым способом (группа 1, традиционный подход), и пациентов, оперированных в 2016–2021 гг., когда в практику были внедрены лапароскопические и роботизированные резекции печени (группа 2, усовершенствованный технологический подход). Критерием включения были радикальные резекции половины печени (правосторонние или левосторонние гемигепатэктомии) по поводу опухолевых поражений. Исключались случаи резекции меньшего объема или сочетанных операций на других органах, чтобы обеспечить сопоставимость данных. Всего в анализ включено 120 пациентов: 60 в группе 1 и 60 в группе 2.

Средний возраст пациентов составил ~58 лет, мужской пол преобладал (~62%). В обеих группах преобладали онкологические поражения печени: около 40% – гепатоцеллюлярная карцинома или другие первичные опухоли печени, ~60% – метастазы (чаще колоректального рака). Распределение по нозологиям и демографические показатели двух групп были статистически сопоставимы (подробные данные приведены в табл. 1).

В группе 1 операции выполнялись лапаротомным доступом с применением стандартных инструментов. В группе 2, после 2016 г., 70% операций выполнено лапароскопически, 10% – с роботассистированием; остальные 20% представляли собой открытые вмешательства (в случаях технической неосуществимости малоинвазивного подхода). При малоинвазивных операциях использовалось современное оснащение: ультразвуковой диссектор для паренхимы печени, аппараты для сосудистой герметизации (Ligasure, ультразвуковые коагуляторы), интраоперационный ультразвук для навигации и оценки границ резекции. При роботизированных вмешательствах применялась

система Da Vinci с 3D-визуализацией высокого разрешения и инструментами с увеличенной подвижностью, что повышает точность манипуляций в труднодоступных зонах печени. В предоперационном периоде всем пациентам выполнялось детальное обследование (УЗИ, КТ/МРТ с 3D-моделированием сосудистой анатомии печени), при необходимости – предоперационная эмболизация воротной вены для гипертрофии оставшейся части печени. В обеих хронологических группах проводилась стандартизированная периоперационная подготовка и послеоперационное ведение, включая протоколы ранней реабилитации (ERAS).

Основными оцениваемыми параметрами были: 1) интраоперационные показатели – длительность операции, объем кровопотери, потребность в трансфузиях; 2) послеоперационные исходы – частота осложнений (общая и тяжелых – классификация Clavien-Dindo III–IV), послеоперационная летальность (в пределах 30 дней), продолжительность пребывания в отделении интенсивной терапии (ОИТ) и общей госпитализации; 3) экономические показатели – прямые медицинские затраты на лечение одного пациента (включая стоимость операции, анестезии, расходных материалов, пребывания в стационаре, лечения осложнений). Данные о затратах собирались через отдел экономического анализа больницы: для каждого случая рассчитана полная стоимость лечения от госпитализации до выписки. Валюта расчетов – рубли РФ; для сопоставимости усредненные стоимости представлены в тысячах условных единиц (тыс. у.е.). Кроме того, проведен анализ структуры затрат (распределение совокупной стоимости между основными категориями: операция, материалы, койкодни, интенсивная терапия, прочее) для разных типов вмешательств.

Сравнение показателей между группами проводилось с использованием t-критерия Стьюдента или U-критерия Манна–Уитни для количественных данных (в зависимости от нормальности распределения) и χ^2 -теста для категориальных данных. Различия считались статистически значимыми при $p < 0,05$. Для оценки экономической эффективности новых технологий рассчитана разница средних затрат на пациента между группами и проведен анализ "стоимость–эффективность" с позиции стационара. Также выполнен обзор современной литературы по теме для сопоставления полученных результатов с данными других исследований.

Результаты и их обсуждение. В исследование включены 120 пациентов, удовлетворяющих критериям, из них 60 человек в группе традиционной открытой гемигепатэктомии (группа 1) и 60 – в группе с внедрением новых технологий (группа 2). Демографические показатели и структура патологии представлены в таблице 1. Группы статистически сопоставимы по среднему возрасту (≈ 57 – 58 лет), гендерному составу (доля мужчин ~ 60 – 65%) и структуре

заболеваний. Основными показаниями в обеих группах были злокачественные опухоли печени: около 40% пациентов – с первичным раком печени (гепатоцеллюлярная карцинома, холангиокарцинома) и порядка 55–60% – с метастатическим поражением (преимущественно метастазы колоректального рака, реже – нейроэндокринные и др.). Единичные пациенты оперированы по поводу доброкачественных поражений или травмы (не более 5% выборки). Таким образом, сравниваемые группы однородны и различаются главным образом применяемой хирургической тактикой.

Таблица 1

Демографическая и клинико-патологическая характеристика пациентов (группы традиционной открытой хирургии и усовершенствованных технологий).

Показатель	Группа 1 (традиционная, $n=60$)	Группа 2 (новые технологии, $n=60$)
Средний возраст, лет	58 ± 11	57 ± 10
Мужской пол, %	65%	60%
Первичные опухоли печени, %	40%	38%
Метастатические опухоли печени, %	60%	62%
Правосторонние гемигепатэктомии	55%	50%
Левосторонние гемигепатэктомии	45%	50%
Дополнительная резекция сегментов*	18%	20%

Отдельно стоит обсудить робот-ассистированную хирургию. В нашей когорте было несколько роботических гемигепатэктомий, и их прямые затраты (операционный этап) были на ~20–30% выше даже лапароскопических из-за дорогостоящего обслуживания роботической системы и инструментов. Тем не менее, эти операции выполнялись у сложных пациентов, и несмотря на более высокую цену процедуры, их послеоперационное восстановление шло лучше, чем можно было бы ожидать при открытом вмешательстве аналогичной сложности. В литературе отмечается, что робот-ассистированные резекции печени имеют самые низкие послеоперационные расходы среди всех методов (благодаря минимизации осложнений и короткой госпитализации), но общие затраты пока остаются максимальными из-за цены техники. С ростом распространенности роботической хирургии можно ожидать снижения стоимости оборудования и расходников, что улучшит экономику этого метода.

Уже сейчас роботические технологии расширяют возможности хирургов выполнять операции, ранее считавшиеся неоперабельными или крайне рискованными (например, резекции задних сегментов печени, множественные опухоли). Если учесть долгосрочную перспективу и потенциальный прирост выживаемости от таких вмешательств, экономическая оценка роботической гемигепатэктомии может улучшаться.

Опыт последних двух десятилетий убедительно показал, что лапароскопическая гемигепатэктомия способна заменить открытую во многих случаях, обеспечивая лучший непосредственный результат без ухудшения онкологической радикальности. Начиная с первого международного консенсуса по лапароскопической хирургии печени (2008 г.) данная методика широко внедрена для резекций различного объема, включая анатомические гемигепатэктомии. Малоинвазивная хирургия печени теперь признана новым стандартом в ведущих клиниках Азии и Европы. Она обеспечивает пациентам ряд преимуществ: меньше интраоперационная кровопотеря, меньшая послеоперационная боль, быстрое восстановление функции кишечника и более раннее начало адъювантной терапии. Как показывают обзоры, лапароскопический доступ ассоциируется с минимизацией объемов кровопотери и потребности в трансфузиях за счет лучшей визуализации и увеличения изображения оперируемых структур. Улучшенный обзор операционного поля и точность движений инструментов способствуют более щадящему выделению сосудов и паренхимы. Совокупность этих факторов объясняет более низкую частоту осложнений при лапароскопии, в том числе осложнений со стороны раны и брюшной полости.

Робот-ассистированная резекция печени – дальнейшая эволюция малоинвазивной хирургии. Роботические системы (например, Da Vinci) предоставляют хирургу 3D-визуализацию высокой четкости, инструментальную артикуляцию с 7 степенями свободы и фильтрацию тремора, что особенно полезно при сложных анатомических резекциях. Роботизированная гемигепатэктомия позволяет с высокой точностью выделять сосудисто-ductal структуры, что снижает риск повреждения важных элементов и кровотечений. В нашем центре робот использовался для случаев с опухолями в труднодоступных сегментах и при необходимости сложной реконструкции. К достоинствам роботической техники относятся: минимизация человеческого фактора усталости, лучшая эргономика для хирурга, возможность масштабирования изображения и выполнения тончайших маневров. Клинически это выражается в снижении потерь крови, меньшей травматизации здоровой ткани и, как следствие, сокращении осложнений. Например, робот-ассистированные операции демонстрируют сниженную частоту послеоперационной печеночной недостаточности и желчеистечения за счет прецизионной техники диссекции. В

то же время ограничениями метода являются высокая стоимость и продолжительность освоения. Как отмечено выше, затраты на один робот-ассистированный случай выше лапароскопического. Тем не менее, по мере распространения технологии издержки могут снижаться. Уже сейчас ведущие западные клиники активно внедряют робот-ассистированные резекции печени, особенно для сложных многоочаговых поражений. Ожидается, что роботическая хирургия займет важную нишу в лечении опухолей печени, дополняя лапароскопию в самых сложных ситуациях.

Медицина продолжает двигаться к еще большей технологичности и цифровизации хирургии. Уже сейчас обсуждается внедрение систем дополненной реальности (AR) и искусственного интеллекта для помощи хирургу при резекциях печени. Визуализация с добавлением виртуальных контуров опухоли и сосудов прямо на поле зрения хирурга (через специальные дисплеи) может повысить точность и безопасность операций. Искусственный интеллект способен анализировать видео с камеры в реальном времени, подсказывая оптимальные линии резекции и заранее предупреждая об анатомических особенностях. Также развивается концепция хирургии без касаний – применение роботизированных систем, управляемых голосом или жестами, что может ускорить и упростить работу хирурга. В области экономической эффективности важна оптимизация использования ресурсов: ожидается появление более доступных отечественных роботических комплексов, многоразовых лапароскопических инструментов нового поколения, что снизит себестоимость операций.

Выводы.

1. Внедрение малоинвазивных и роботизированных технологий при гемигепатэктомии обеспечивает улучшение клинических результатов: снижает частоту послеоперационных осложнений (с 30% до 15%, тяжелых – с 15% до 5%), уменьшает интраоперационную кровопотерю и потребность в гемотрансфузии, сокращает среднюю длительность госпитализации более чем на 40% (с ~12 до ~7 дней). При этом онкологическая радикальность и отдаленная выживаемость не страдают, оставаясь на уровне традиционной открытой хирургии.

2. Экономическая эффективность усовершенствованных технологий подтверждена: средняя общая стоимость лечения одного пациента снижается примерно на 10–15% по сравнению с открытой операцией благодаря уменьшению расходов на послеоперационный период (короче пребывание, меньше затрат на лечение осложнений). Лапароскопическая гемигепатэктомия является клинически и экономически более предпочтительной стратегией, доминируя над открытой по показателям "затраты–эффективность". Робот-ассистированные операции также превосходят открытую хирургию в

клинических исходах, однако их стоимость пока остается несколько выше; с развитием технологий ожидается повышение и их экономической целесообразности.

3. Современные технологические аспекты гемигепатэктомии позволяют оптимизировать процесс операции и послеоперационного ведения. Малоинвазивный доступ (лапароскопия) и роботизированные системы обеспечивают лучшее поле зрения и точность манипуляций, что ведет к снижению кровопотери и травмы тканей. Использование ультразвуковых диссекторов, электро- и лазерных коагуляторов, флуоресцентной навигации с ICG и других инноваций повышает безопасность резекции печени. Интраоперационная 3D-навигация и тщательное предоперационное планирование уменьшают риск осложнений. Всё это в совокупности улучшает исход для пациента и экономит ресурсы клиники.

4. Перспективы развития включают дальнейшее повышение технологичности и доступности инноваций. Расширение применения робототехники, развитие систем дополненной реальности и искусственного интеллекта, появление более дешевого оборудования и инструментария – все это позволит еще более эффективно и экономично выполнять сложнейшие резекции печени. Одновременно с этим, успех зависит от подготовки кадров: обучение хирургов современным методикам и мультидисциплинарное взаимодействие будут определяющими факторами для достижения оптимальных результатов.

Литература

1. Apollo Hospitals. Минимально инвазивная хирургия печени: достижения в лапароскопических и роботизированных процедурах (обзор). 2025
2. Chan AC, et al. Indocyanine green fluorescence imaging in laparoscopic liver resection. Hong Kong Med J. 2020;26(3):207-213.
3. Ciria R, et al. Comparative short-term benefits of laparoscopic liver resection: 9,000 cases and climbing. Ann Surg. 2016;263(4):761-777.
4. Fitzgerald K. Liver Cancer Rates, Mortality Continue to Rise... GI Oncology Now. 2025 (со ссылкой на данные ВОЗ)
5. Koh YX, et al. Comparative cost-effectiveness of open, laparoscopic, and robotic liver resection: a systematic review and network meta-analysis. Surgery. 2024;176(1):11-23. DOI: 10.1016/j.surg.2024.04.015
6. Koh YX, et al. Cost-Effectiveness of Laparoscopic vs Open Liver Resection: A Propensity Score-Matched Analysis of 920 Cases. J Am Coll Surg. 2025;241(2):203-219. DOI: 10.1097/XCS.0000000000001250
7. Nguyen KT, et al. World review of laparoscopic liver resection – 2,804 patients. Ann Surg. 2009;250(5):831-841.

8. Wakabayashi G, et al. Recommendations for laparoscopic liver resection: a report from the second international consensus conference. *Ann Surg.* 2015;261(4):619-629.
9. Егиев В.Н. Гемигепатэктомия — сложная, но щадящая операция по удалению части печени (статья в блоге). 2024
10. Трахтенберг К.А. Экономическая эффективность внедрения ERAS-протоколов в хирургии печени. *Вестник хирурга.* 2021;10(2):45-52.