

Этапное хирургическое лечение больных опухолевым поражением печени и оптимальный способ формирования викарной гипертрофии ремнанта. Обзор литературы

Пельц Владислав Александрович — к.м.н., кафедра госпитальной хирургии, orcid.org/0000-0001-8230-6676

Тропин Валентин Евгеньевич — хирургическое отделение № 2, orcid.org/0000-0002-1103-7162

Павленко Владимир Вячеславович — д.м.н., профессор, кафедра госпитальной хирургии, orcid.org/0000-0001-9439-2049

Краснов Аркадий Олегович — к.м.н., хирургическое отделение № 2, orcid.org/0000-0001-7617-6422

В.А. Пельц^{1,2,}, В.Е. Тропин², В.В. Павленко¹, А.О. Краснов²*

¹ Кемеровский государственный медицинский университет, Россия, Кемерово

² Кузбасская клиническая больница скорой медицинской помощи им. М.А. Подгорбунского, Россия, Кемерово

*** Контакты:** Пельц Владислав Александрович, e-mail: vpel_C@rambler.ru

Аннотация

Эволюция печеночной хирургии на современном этапе развития медицины требует от специалистов в ходе проводимого лечебно-диагностического процесса вырабатывать ориентированную на пациента рациональную хирургическую тактику и использовать современные методы в диагностике и прогнозировании пострезекционной печеночной недостаточности при хирургическом лечении опухолей печени резекционным способом, тем самым формируя подходы, способствующие уменьшению рисков развития тяжелых послеоперационных осложнений, связанных с недостаточным объемом остающейся после обширной резекции доли печени. В обзорной статье рассмотрены проблемные вопросы диагностики и лечения опухолевого поражения печени, а также даны современные представления об актуальности своевременной профилактики развития пострезекционной печеночной недостаточности. Рассмотрены способы оценки рисков развития осложнений и неблагоприятного исхода при планировании и выполнении обширных резекций печени. Дано определение понятию пострезекционной печеночной недостаточности. Освещены основные механизмы формирования викарной гипертрофии. В статье рассмотрены наиболее часто применяемые способы для формирования викарной гипертрофии паренхимы, остающейся после обширной резекции печени, их преимущества и недостатки. Рассмотрены основные возможные причины неудач при формировании стратегии двухэтапных резекций печени. На основании критического анализа имеющихся современных источников литературы определены возможные пути дальнейшего улучшения результатов обширных резекций печени.

Ключевые слова: опухолевое поражение печени, новообразования печени, обширная резекция печени, печеночная недостаточность, портэмболизация, ALLPS, метастазы новообразований

Для цитирования: Пельц В.А., Тропин В.Е., Павленко В.В., Краснов А.О. Этапное хирургическое лечение больных опухолевым поражением печени и оптимальный способ формирования викарной гипертрофии ремнанта. Обзор литературы. Креативная хирургия и онкология. 2023;13(3):238–243. <https://doi.org/10.24060/2076-3093-2023-3-238-243>

Staged Surgical Treatment for Patients with Liver Tumors and Optimal Method of Vicarious Hypertrophy of the Liver Remnant: Literature Review

Vladislav A. Pelts^{1,2,*}, Valentin E. Tropin², Vladimir V. Pavlenko¹, Arkadiy O. Krasnov²

¹ Kemerovo State Medical University, Kemerovo, Russian Federation

² M.A. Podgorbunsky Kuzbass Clinical Emergency Hospital, Kemerovo, Russian Federation

* **Correspondence to:** Vladislav A. Pelts, e-mail: vpel_C@rambler.ru

Vladislav A. Pelts — Cand. Sci. (Med.), Department of Hospital Surgery, orcid.org/0000-0001-8230-6676

Valentin E. Tropin — Surgery Unit No. 2, orcid.org/0000-0002-1103-7162

Vladimir V. Pavlenko — Dr. Sci. (Med.), Prof., Department of Hospital Surgery, orcid.org/0000-0001-9439-2049

Arkadiy O. Krasnov — Cand. Sci. (Med.), Surgery Unit No. 2, orcid.org/0000-0001-7617-6422

Abstract

The evolution of hepatic surgery at the present stage of medical development requires specialists to develop patient-oriented rational surgical tactics and use modern methods for the diagnosis and prediction of post-resection liver failure in the surgical treatment of liver tumors by resection, thereby forming approaches that reduce the risks of severe postoperative complications associated with insufficient liver remnants remaining after extensive resection. The paper reviews the problematic issues of diagnosis and treatment of liver tumors, as well as provides current views on the relevance of timely prevention of post-resection liver failure. The study considers methods for assessing the risks of complications and adverse outcome when planning and performing extensive liver resections, defines the concept of post-resection liver failure, and highlights the main mechanisms of vicarious hypertrophy. The paper examines the most commonly used methods for vicarious hypertrophy of the parenchyma remaining after extensive liver resection, their advantages, and disadvantages. The main possible causes of failures in developing a strategy for two-stage liver resections are analyzed. A critical analysis of available contemporary literature enabled the authors of the paper to identify possible ways to further improve the results of extensive liver resections.

Keywords: liver tumor, liver neoplasms, extensive liver resection, liver failure, portembolization, ALLPS, neoplasm metastasis

For citation: Pelts V.A., Tropin V.E., Pavlenko V.V., Krasnov A.O. Staged surgical treatment for patients with liver tumors and optimal method of vicarious hypertrophy of the liver remnant: literature review. Creative surgery and oncology. 2023;13(3):238–243. <https://doi.org/10.24060/2076-3093-2023-3-238-243>

ВВЕДЕНИЕ

Несмотря на современный уровень развития медицины, по-прежнему сохраняются трудности диагностики опухолей печени, доброкачественных, а также злокачественных, которые могут быть как первичными, так и метастатическими, что ведет к проблемам своевременности проведения лечения и поискам рационального применения тех или иных хирургических приемов и методик [1–13]. Заболеваемость синхронными и метастатическими метастазами колоректального рака в печень растет, а количество больных с билобарным поражением печени не снижается [1, 2, 5, 7, 8, 10]. Сказанное о метастатическом поражении печени также актуально и для первичных злокачественных новообразований печени [10, 14]. В настоящее время в ситуации, когда необходимо выполнить обширную резекцию печени (подразумевающую удаление трех и более ее сегментов), следует рассчитывать тем или иным способом объем остатка печени — так называемого ремнанта (пользоваться методиками волюметрии печени), а также учитывать прогнозируемую травматичность операции и возможные риски развития жизнеугрожающих осложнений в послеоперационном периоде [2, 3, 5, 6, 9, 13, 17, 18]. Оперативное лечение остается единственным способом, применяя который можно добиться длительной медианы выживаемости у больных злокачественными опухолями печени [3–5, 7–9, 15, 16]. Успешная «одноэтапная» резекция печени является «идеальной» задачей хирургического лечения при опухолевом поражении печени, однако последующая низкая выживаемость и большое количество послеоперационных осложнений не позволяют распространять эту практику на большинство случаев хирургической курации.

Современное состояние диагностики и лечения опухолевых поражений печени

Степень риска развития осложнений послеоперационного периода при выполнении обширных резекций печени определяется имеющимися расчетными методиками (УЗИ, КТ, МРТ-волюметрией, ICG-клиренс-тестом, статической и динамической гепатобилиосцинтиграфией и различными прогностическими шкалами (определение морфологического индекса тяжести и т. п.)) достаточно достоверно.

Этот аспект всегда следует рассматривать как определяющий фактор принятия решения о способе хирургического лечения в дооперационном периоде, с тем чтобы эффективно профилактировать развитие пострезекционной печеночной недостаточности как наиболее опасного и трудно корригируемого осложнения обширной резекции печени [1, 6, 9, 14, 16, 17, 19–25].

Адекватно выполненные мероприятия по диагностике рисков развития и в последующем адекватная профилактика пострезекционной печеночной недостаточности позволяют в большинстве случаев избежать неблагоприятных исходов послеоперационного периода [9, 14, 16, 17, 19, 25].

Рассматривая проблемы оптимизации прогностических моделей пострезекционной печеночной

недостаточности, а также выбор наилучшего способа ее профилактики, необходимо определить ее как понятие, указав диагностические критерии, а также степени тяжести ее прогноза [6, 19, 25, 26].

Пострезекционная печеночная недостаточность — это тяжелое, трудно корригируемое осложнение, которое является следствием недостаточной точности предоперационной оценки функционального резерва печени или внепланового расширения объема резекции, и ее частота может достигать 36%, а в 60–75% наблюдений может приводить к неблагоприятному исходу. Также ее можно определить как выпадение одной или более функций печени (синтетической, секреторной, детоксикационной и других), что проявляется повышением уровня билирубина крови, снижением уровня альбумина крови, гипокоагуляцией и повышением лактата сыворотки крови, появлением признаков печеночной энцефалопатии [16, 19, 20, 24, 25, 27].

Этапная резекция печени с первичной эмболизацией или лигированием долевой воротной вены при начале лечения позволяет уменьшить частоту пострезекционной печеночной недостаточности до незначимых параметров в ходе лечения, а комбинация методики дополнительным разделением паренхимы печени позволяет уменьшить сроки достижения приемлемых размеров ремнантом для проведения радикальной обширной резекции печени [9, 28, 29]. Говоря о резекционной хирургии печени и обширных резекциях печени, следует отметить вопросы безопасности выполнения операции. Это условие соблюдается, если предполагаемый остающийся объем печени составляет не менее 30% при нормальной ее функции и 40% при нарушенной функции при паренхиматозном ее поражении (при стеатогепатозе, циррозе, изменениях паренхимы печени после проведения системной или регионарной химиотерапии) [9, 24, 28].

Механизмы развития гипертрофии ремнанта рассмотрены к сегодняшнему дню достаточно подробно, тем не менее для понимания проблемы необходимо остановиться на сути протекающих процессов в печени, приводящих к ее гипертрофии, более подробно. Перевязка ветвей воротной вены и сопутствующих печеночных протоков резко увеличивает дегенеративные изменения в отключенной доле и ускоряет гипертрофию контрлатеральной доли печени. В эксперименте было доказано, что именно кровоток по воротной вене ответственен за регенерацию печени [10, 12, 30, 31]. Многие исследователи отмечают, что окклюзия правой ветви воротной вены сопровождается быстрым ростом опухоли из-за компенсаторного увеличения притока артериальной крови в пораженную долю печени после редукции портального кровотока, что создает благоприятные условия для роста опухолей, которые имеют преимущественно артериальное кровоснабжение. Еще одним фактором является индуцированный редукцией портального кровотока выброс цитокинов и стимуляторов роста, активирующих не только процессы регенерации, но и увеличение опухоли. Следующей причиной является местный ответ гепатоцитов. В результате кратковременной ишемии в клетках отключенной доли

начинается экспрессия генов, гемоксигеназы-1, ингибитора активатора плазминогена-1, продукты которых участвуют в процессах ремоделирования и репарации паренхимы печени, и эти протеины способствуют росту опухоли. Беря во внимание внутрипеченочное прогрессирование опухоли после редукции портального кровотока, следует отметить, что вопросы эффективности формирования викарной гипертрофии с одновременным уменьшением риска распространения опухоли на здоровую ткань печени крайне актуальны.

Следует также указать причины отказа от этапного хирургического лечения: это прогрессирование заболевания и недостаточная гипертрофия планируемого остатка печени [10, 12, 19, 31].

Существует несколько методик, позволяющих увеличить объем остающейся паренхимы печени: портово-венная эмболизация, симультанная портальная и печеночная венозная эмболизация, открытое лигирование долевой воротной вены, лапароскопическое лигирование долевой воротной вены, лапароскопическая рентгенэндоваскулярная эмболизация долевой воротной вены, сочетание окклюзии воротной вены с разделением ткани печени и последующей резекцией печени (ALPPS), ALPPS без разделения паренхимы с применением радиочастотной и микроволновой абляции, лапароскопическая ALLPS и ее варианты, воротно-кавальное разобщение рентгенэндоваскулярное с или без окклюзией правой печеночной артерии (суть метода состоит в частичной или полной сосудистой изоляции планируемой к резекции доли печени), воротно-кавальное разобщение правой доли печени лапаротомное (суть метода состоит в полной сосудистой изоляции планируемой к резекции доли печени), сочетание рентгенэндоваскулярной окклюзии воротной вены и правой печеночной вены с ALLPS, сочетание рентгенэндоваскулярной окклюзии правой печеночной вены с ALLPS.

Каждая из перечисленных методик, обладая рядом индивидуальных преимуществ, имеет и значимые недостатки применения, которые требуют дальнейшего уточнения и изучения.

«Эталонным» по травматичности и количеству осложнений способом этапного хирургического лечения опухолей печени следует считать ALLPS. Также следует отметить, что, несмотря на то что частота завершенных резекций при ALPPS увеличивается и превышает такую при классических двухэтапных резекциях печени, вынужденный отказ от второго этапа хирургического лечения в силу прогрессирования заболевания достигает 15–25% [2, 9, 11, 28, 32–37].

Рядом авторов отмечено, что операция ALPPS сопряжена с высокой частотой осложнений (до 65%) и летальности (12–25%). В связи с этим проводится активный поиск методов уменьшения травматичности операции [1, 3, 18, 28, 33, 38].

Рассматривая возможные недостатки методов формирования викарной гипертрофии печени, можно констатировать следующее: использование ALPPS ограничено высоким риском развития осложнений, зачастую препятствующих выполнению второго этапа.

Применение рентгенэндоваскулярных операций ограничено возможными рисками развития нефропатии, непереносимостью контрастных сред и крупными размерами опухолевого поражения, что приводит к отсутствию акустического окна для пункции внутрипеченочной ветви воротной вены [28, 39].

Лапаротомные вмешательства на сосудистых элементах воротного тракта печени избыточно травматичны и создают трудности для мобилизации сосудистых элементов ворот печени при последующих этапных резекциях печени.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании собственного прочтения данных литературы можно считать, что одним из путей решения проблемы пострезекционной печеночной недостаточности в случае проведения обширной резекции печени является выполнение программированной стимуляции викарной гипертрофии остающегося фрагмента печени в кратчайшие календарные сроки. Оптимальными способами в рутинной клинической практике представляются следующие: портово-венная эмболизация, лапароскопическое лигирование долевой воротной вены, воротно-кавальное разобщение правой доли печени.

Тем не менее выбор наилучшего способа формирования викарной гипертрофии печени при обширных ее резекциях требует дополнительного обоснования и углубленного изучения [9, 36, 37]. Диагностические критерии рисков развития пострезекционной печеночной недостаточности требуют дальнейшего изучения.

Информация о конфликте интересов. Конфликт интересов отсутствует.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Информация о спонсорстве. Данная работа не финансировалась.

Sponsorship data. This work is not funded.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Мелехина О.В., Ефанов М.Г., Алиханов Р.Б., Цвиркун В.В., Кулезева Ю.В., Старостина Н.С. и др. Хирургические методы профилактики печеночной недостаточности после обширной резекции печени. *Анналы хирургической гепатологии*. 2016;21(3):47–55. DOI: 10.16931/1995-5464.2016347-55
- 2 Albati N.A., Korairi A.A., Al Hasan I., Almodhaiberi H.K., Algarni A.A. Outcomes of staged hepatectomies for liver malignancy. *World J Hepatol*. 2019;11(6):513–21. DOI: 10.4254/wjh.v11.i6.513
- 3 Heinrich S., Watzka F., Lang H. Integrative concepts for liver surgery. *Visc Med*. 2020;36(5):351–8. DOI: 10.1159/000511043
- 4 Zhang L., Yang Z., Zhang S., Wang W., Zheng S. Conventional two-stage hepatectomy or associating liver partitioning and portal vein ligation for staged hepatectomy for colorectal liver metastases? A systematic review and meta-analysis. *Front. Oncol*. 2020;10:1391. DOI: 10.3389/fonc.2020.01391
- 5 Дзидзава И.И., Слободяник А.В., Ионцев В.И. Осложнения после обширных резекций печени. *Вестник Российской Военно-медицинской академии*. 2015;3(51):261–6.
- 6 Восканян С.Э., Чучуев Е.С., Артемьев А.И., Забежинский Д.А., Башков А.Н., Журбин А.С. и др. Associating Liver Partition and Portal vein Ligation for Staged hepatectomy (ALPPS) в лечении очаговых образований печени. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. 2018;2:39–44. DOI: 10.17116/hirurgia2018239-44

- 7 Engstrand J., Nilsson H., Strömberg C., Jonas E., Freedman J. Colorectal cancer liver metastases — a population-based study on incidence, management and survival. *BMC Cancer*. 2018;18(1):78. DOI: 10.1186/s12885-017-3925-x
- 8 Патютко Ю.И., Иванов А.А., Подлужный Д.В., Котельников А.Г., Поляков А.Н., Магомедов М.М. Повторные резекции печени у больных колоректальным раком с метастазами. *Анналы хирургической гепатологии*. 2019;24(4):56–64. DOI: 10.16931/1995-5464.2019456-64
- 9 Шабунин А.В., Парфенов И.П., Бедин В.В., Тавобиллов М.М., Греков Д.Н., Карпов А.А. Резекция печени. Специфические осложнения и их профилактика. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. 2020;3:5–12. DOI: 10.17116/hirurgia20200315
- 10 Андреев А.А., Лаптиева А.Ю., Остроушко А.П. Репаративная регенерация после оперативного лечения первичных опухолей и метастатического поражения печени. *Многопрофильный стационар*. 2018;5(2):100–4.
- 11 Слободяник Е.В. Результаты предоперационной эмболизации воротной вены в лечении злокачественных новообразований печени. *Известия Российской военно-медицинской академии*. 2018;37(1 S1-2):233–6.
- 12 Рагулина Н.В., Ионин В.П., Калининкова М.О., Хадиева Е.Д. Изучение морфологических изменений в паренхиме печени после эмболизации ветвей воротной вены. *Медицинская наука и образование Урала*. 2019;20(4(100)):73–77.
- 13 Шабунин А.В., Парфенов И.П., Бедин В.В., Тавобиллов М.М., Греков Д.Н., Дроздов П.А. и др. Сравнение паренхимосберегающих и обширных резекций в лечении больных с метастазами колоректального рака в печень. *Вестник хирургической гастроэнтерологии*. 2019;1:42–49.
- 14 Ликарь Ю.Н., Ахаладзе Д.Г., Румянцев А.Г. Гепатобилиарная скинтиграфия в предоперационной оценке функции планируемого остатка печени (обзор литературы и собственные примеры). *Российский журнал детской гематологии и онкологии*. 2020;7(1):62–9. DOI: 10.21682/2311-1267-2020-7-1-62-69
- 15 Ефанов М.Г., Алиханов Р.Б., Цвиркун В.В., Казаков И.В., Ким П.П., Ванькович А.Н. и др. Ближайшие и отдаленные результаты лапароскопических и робот-ассистированных резекций печени. Оценка опыта специализированного центра. *Анналы хирургической гепатологии*. 2018;23(1):38–46. DOI: 10.16931/1995-5464.2018138-46
- 16 Каприн А.Д., Сидоров Д.В., Рубцова Н.А., Леонтьев А.В., Ложкин М.В., Петров Л.О. и др. Прогнозирование и профилактика острой печеночной недостаточности после обширных резекций печени по поводу первичных и метастатических опухолей. *Исследования и практика в медицине*. 2016;3(2):13–21. DOI: 10.17709/2409-2231-2016-3-2-2
- 17 Тарасенко С.В., Жучкова У.В., Копейкин А.А., Рахмаев Т.С., Баконина И.В. Применение неинвазивного метода оценки функционального состояния остаточной паренхимы печени у пациентов со злокачественными новообразованиями печени. *Наука молодых (Erguditio Juvenium)*. 2018;6(2):242–51.
- 18 Навматула А.Ю., Цикоридзе М.Ю., Альмухаметова Ф.Р., Царегородцев А.Е., Братов О.З., Савчук С.А. и др. Двухэтапная резекция печени по методике ALPPS. *Вестник Национального медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова*. 2021;16(3):36–41. DOI: 10.25881/20728255_2021_16_3_36
- 19 Загайнов Е.М., Серегин А.А., Зайцев А.И., Комаров Д.В., Шарабрин Е.Г., Рыхтик П.И. и др. Современные методы стимуляции викарной гипертрофии фрагмента печени перед обширной резекцией: оценка эффективности и пути улучшения результатов. *Анналы хирургической гепатологии*. 2016;21(3):25–33. DOI: 10.16931/1995-5464.2016325-33
- 20 Коваленко Ю.А., Тупикин К.А., Вишневецкий В.А., Чжао А.В. Способ послеоперационного прогнозирования пострезекционной печеночной недостаточности: патент 2609731 С. Российская Федерация. От 02.02.2017.
- 21 Дзидзава И.И., Слободяник А.В., Кудрявцева А.В., Железняк И.С., Котив Б.Н., Алентьев С.А. и др. Применение КТ-волюметрии и клиренс-теста с индоцианином зеленым для определения показаний к предоперационной эмболизации воротной вены. *Анналы хирургической гепатологии*. 2016;21(3):34–46. DOI: 10.16931/1995-5464.2016334-46
- 22 Плеханов А.Н., Товаршинов А.И. Способ прогнозирования пострезекционной печеночной недостаточности у больных с очаговыми образованиями печени: патент 2488113 С1. Российская Федерация. От 20.07.2013.
- 23 Винник Ю.С., Дунаевская С.С., Косик А.А., Хлобыстин Р.Ю. Оценка риска развития пострезекционной печеночной недостаточности. *Дальневосточный медицинский журнал*. 2021;2:33–6. DOI: 10.35177/1994-5191-2021-2-33-36
- 24 Назыров Ф.Г., Акбаров М.М., Девятов А.В., Сайдазимов Е.М., Нишанов М.Ш., Хакимов Ю.У. Результаты резекционных вмешательств на печени на фоне хронической диффузной гепатопатии. *Вестник экспериментальной и клинической хирургии*. 2015;8(2):142–50.
- 25 Алиханов Р.Б., Ефанов М.Г., Субботин В.В., Новикова Е.В., Щадрина К.В., Булдаков М.Ю. Лечение пострезекционной печеночной недостаточности тяжелой степени. Анализ специализированного центра. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. 2020;12:88–92. DOI: 10.17116/hirurgia202012188
- 26 Ремезов М.Б., Верлянюк М.С., Лаптиева А.Ю., Остроушко А.П. Современные подходы к классификации печеночной недостаточности. *Многопрофильный стационар*. 2022;9(2):70–7.
- 27 Дунаевская С.С., Косик А.А., Наркевич А.Н. Факторы риска развития пострезекционной печеночной недостаточности. *Вестник новых медицинских технологий*. 2020;2:17–21. DOI: 10.24411/2075-4094-2020-16607
- 28 Yamazaki S., Takayama T. Current topics in liver surgery. *Ann Gastroenterol Surg*. 2019;3(2):146–159. DOI: 10.1002/ags3.12233
- 29 Olthof P.B., Van Gulik T.M., Groot Koerkamp B., Aldrighetti L., Alikhanov R., Cescon M., et al. Portal vein embolization is associated with reduced liver failure and mortality in high-risk resections for perihilar cholangiocarcinoma. *Ann Surg Oncol*. 2020;27(7):2311–8. DOI: 10.1245/s10434-020-08353-5
- 30 Майбородин И.В., Фигуренко Н.Ф., Майбородина В.И., Оноприенко Н.В. Некоторые аспекты регенерации печени после резекции в клинике и эксперименте. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. 2020;4:47–52. DOI: 10.17116/hirurgia202004147
- 31 Андреев А.А., Остроушко А.П., Лаптиева А.Ю., Глухов А.А. Репаративная регенерация печени после сегментарной резекции (литературный обзор). *Аспирантский вестник Поволжья*. 2018;5–6:183–90. DOI: 10.17816/2072-2354.2018.18.3.183-190
- 32 Heil J., Schadde E. Simultaneous portal and hepatic vein embolization before major liver resection. *Langenbecks Arch Surg*. 2021;406(5):1295–305. DOI: 10.1007/s00423-020-01960-6
- 33 Sparrelid E., Hasselgren K., Røskov B.L., Larsen P.N., Schultz N.A., Carling U., et al. How should liver hypertrophy be stimulated? A comparison of upfront associating liver partition and portal vein ligation for staged hepatectomy (ALPPS) and portal vein embolization (PVE) with rescue possibility. *Hepatobiliary Surg Nutr*. 2021;10(1):1–8. DOI: 10.21037/hbsn.2019.10.36
- 34 Plewe J.M., Wabitsch S., Krenzien F., Haber P., Denecke T., Gebauer B., et al. Single-incision laparoscopic surgery portal vein embolization before extended hepatectomy. *J Minim Access Surg*. 2019;16(2):185–9. DOI: 10.4103/jmas.JMAS_211_18
- 35 Baili E., Tsilimigras D.I., Moris D., Sahara K., Pawlik T.M. Technical modifications and outcomes after Associating Liver Partition and Portal Vein Ligation for Staged Hepatectomy (ALPPS) for primary liver malignancies: A systematic review. *Surg Oncol*. 2020;33:70–80. DOI: 10.1016/j.suronc.2020.01.010
- 36 Are C., Iacovitti S., Prete F., Crafa F.M. Feasibility of laparoscopic portal vein ligation prior to major hepatectomy. *HPB (Oxford)*. 2008;10(4):229–33. DOI: 10.1080/13651820802175261
- 37 Sparrelid E., Olthof P.B., Dasari B.V.M., Erdmann J.I., Santol J., Starlinger P., et al. Current evidence on posthepatectomy liver failure: comprehensive review. *BJS Open*. 2022;6(6):zrac142. DOI: 10.1093/bjsopen/zrac142
- 38 Щербя А.Е., Ефимов Д.Ю., Кирковский Л.В., Юрлевич Д.И., Руммо О.О. Эмболизация воротной вены и ALPPS как хирургические методы профилактики пострезекционной печеночной недостаточности. *Анналы хирургической гепатологии*. 2016;21(3):56–63. DOI: 10.16931/1995-5464.2016356-63
- 39 Заманов Э.Н., Ефанов М.Г. Прогнозирование и профилактика тяжелых осложнений при радикальном хирургическом лечении воротной холангиокарциномы. *Анналы хирургической гепатологии*. 2022;27(1):64–71. DOI: 10.16931/1995-5464.2022-1-64-71

REFERENCES

- 1 Melekhina O.V., Efanov M.G., Alikhanov R.B., Tsvirkun V.V., Kuleznyova Yu.V., Starostina N.S., et al. Surgical methods for liver failure prevention after advanced hepatectomies. *Annaly khirurgicheskoy gepatologii = Annals of HPB Surgery*. 2016;21(3):47–55 (In Russ.). DOI: 10.16931/1995-5464.2016347-55
- 2 Albat N.A., Korairi A.A., Al Hasan I., Almodhaiberi H.K., Algarni A.A. Outcomes of staged hepatectomies for liver malignancy. *World J Hepatol*. 2019;11(6):513–21. DOI: 10.4254/wjh.v11.i6.513

- 3 Heinrich S., Watzka F., Lang H. Integrative concepts for liver surgery. *Visc Med.* 2020;36(5):351–8. DOI: 10.1159/000511043
- 4 Zhang L., Yang Z., Zhang S., Wang W., Zheng S. Conventional two-stage hepatectomy or associating liver partitioning and portal vein ligation for staged hepatectomy for colorectal liver metastases? A systematic review and meta-analysis. *Front. Oncol.* 2020;10:1391. DOI: 10.3389/fonc.2020.01391
- 5 Dzidzava I.I., Slobodyanik A.V., Iontsev V.I. Complications after extensive liver resections. *Bulletin of the Russian Military Medical Academy.* 2015;3(51):261–6 (In Russ.).
- 6 Voskanyan S.Ae., Chuchuev E.S., Artem'ev A.I., Zabezhinskiy D.A., Bashkov A.N., Zhurbin A.S., et al. Associated Liver Partition and Portal vein ligation for Staged hepatectomy (ALPPS) in focal liver diseases management. *Pirogov Russian Journal of Surgery = Khirurgiya. Zhurnal im. N.I. Pirogova.* 2018;2:39–44 (In Russ.). DOI: 10.17116/hirurgia2018239-44
- 7 Engstrand J., Nilsson H., Strömberg C., Jonas E., Freedman J. Colorectal cancer liver metastases — a population-based study on incidence, management and survival. *BMC Cancer.* 2018;18(1):78. DOI: 10.1186/s12885-017-3925-x
- 8 Patyutko Y.I., Ivanov A.A., Podluzhny D.V., Kotelnikov A.G., Polyakov A.N., Magomedov M.M. Repeat hepatectomy in patients with colorectal liver metastases. *Annaly khirurgicheskoy gepatologii = Annals of HPB Surgery.* 2019;24(4):56–64 (In Russ.). DOI: 10.16931/1995-5464.2019456-64
- 9 Shabunin A.V., Parfenov I.P., Bedin V.V., Tavobilov M.M., Grekov D.N., Karpov A.A. Specific complications of liver resection and their prevention. *Pirogov Russian Journal of Surgery = Khirurgiya. Zhurnal im. N.I. Pirogova.* 2020;3:5–12 (In Russ.). DOI: 10.17116/hirurgia20200315
- 10 Andreeva A.A., Laptieva A.U., Ostroushko A.P. Reparative regeneration after surgical treatment of primary tumors and metastatic liver disease. *Mnogoprofilnyy stacionar.* 2018;5(2):100–4 (In Russ.).
- 11 Slobodyanik E.V. Results of preoperative embolization of the portal vein in the treatment of liver malignancies. *Russian Military Medical Academy Reports.* 2018;37(1 S1-2):233–6 (In Russ.).
- 12 Ragulina N.V., Ionin V.P., Kalinnikova M.O., Hadieva E.D. Study of morphological changes in liver parenchyma after embolization of portal vein branches. *Medical science and education of the Urals.* 2019;20(4(100)):73–7 (In Russ.).
- 13 Shabunin A.V., Parfenov I.P., Bedin V.V., Grekov D.N., Tavobilov M.M., Drozdov P.A., et al. Comparison of parenchyma-saving and extensive resections in the treatment of patients with metastasis of colorectal cancer to the liver. *Herald of surgical gastroenterology.* 2019;1:42–9 (In Russ.).
- 14 Likar Yu.N., Akhaladze D.G., Rummyantsev A.G. Hepatobiliary scintigraphy in the preoperative assessment of the future remnant liver function (literature review and own examples). *Russian Journal of Pediatric Hematology and Oncology.* 2020;7(1):62–9 (In Russ.). DOI: 10.21682/2311-1267-2020-7-1-62-69
- 15 Efanov M.G., Alikhanov R.B., Tsvirkun V.V., Kazakov I.V., Kim P.P., Vankovich A.N., et al. Early and long-term outcomes of laparoscopic and robot-assisted liver resections. Specialized center's experience. *Annaly khirurgicheskoy gepatologii = Annals of HPB Surgery.* 2018;23(1):38–46 (In Russ.). DOI: 10.16931/1995-5464.2018138-46
- 16 Kaprin A.D., Sidorov D.V., Rubtsova N.A., Leontyev A.V., Lozhkin M.V., Petrov L.O., et al. Prediction and prevention of liver failure after major liver primary and metastatic tumors resection. *Research and Practical Medicine Journal.* 2016;3(2):13–21 (In Russ.). DOI: 10.17709/2409-2231-2016-3-2-2
- 17 Tarasenko S.V., Juchkova U.V., Kopeykin A.A., Rachmaev T.S., Bacovina I.V. The use of a non-invasive method for assessing the functional state of residual liver parenchyma in patients with malignant neoplasm of the liver. *Science of the Young (Eruditio Juvenium).* 2018;6(2):242–51 (In Russ.).
- 18 Navmatulya A.Yu., Cikoridze M.Yu., Al'muhametova E.R., Caregorodcev A.E., Bratov O.Z., Savchuk S.A., et al. Two-stage liver resection ALPPS. *Bulletin of Pirogov National Medical & Surgical Center.* 2021;16(3):36–41 (In Russ.). DOI: 10.25881/20728255_2021_16_3_36
- 19 Zagainov E.M., Seregin A.A., Zaytsev A.I., Komarov D.V., Sharabrin E.G., Rykhtik P.I., et al. Modern methods of liver fragment vicarious hypertrophy stimulation prior to advanced resections: assessment of efficiency and ways to improve the results. *Annaly khirurgicheskoy gepatologii = Annals of HPB Surgery.* 2016;21(3):25–33 (In Russ.). DOI: 10.16931/1995-5464.2016325-33
- 20 Kovalenko Yu.A., Tupikin K.A., Vishnevskij V.A., Chzhao A.V. Method of postoperative prediction of post-resection liver failure: Russian Federation patent 2609731 C 2017 February 02.
- 21 Dzidzava I.I., Slobodyanik A.V., Kudryavtseva A.V., Zheleznyak I.S., Kotiv B.N., Alentyev S.A., et al. The results of cr-volumetry and clearance test with indocyanine green as indications for preoperative portal vein embolization. *Annaly khirurgicheskoy gepatologii = Annals of HPB Surgery.* 2016;21(3):34–46 (In Russ.). DOI: 10.16931/1995-5464.2016334-46
- 22 Plekhanov A.N., Tovarshinov A.I. Method for prediction of postresection hepatic failure in patients with focal hepatic lesions: Russian Federation patent 2488113 C1 2013 July 20.
- 23 Vinnik Yu.S., Dunaevskaya S.S., Kosik A.A., Hlobystin R.Yu. Risk assessment of post-sectional liver failure. *Far Eastern Medical Journal.* 2021;2:33–6 (In Russ.). DOI: 10.35177/1994-5191-2021-2-33-36
- 24 Nazyrov F.G., Akbarov M.M., Devyatov A.V., Saydazimov Yu.M., Nishanov M.Sh., Khakimov Yu.U. The Analysis of Influence of Chronic Diffuse Liver Pathology at the Risk of Intra- and Postoperative Complications in the Resectional Interventions on the Liver. *Vestnik of experimental and clinical surgery.* 2015;8(2):142–50 (In Russ.).
- 25 Alikhanov R.B., Efanov M.G., Subbotin V.V., Novikova E.V., Shchadrina K.V., Buldakov M.Yu. Treatment of severe post-resection liver failure. Analysis of the specialized center. *Pirogov Russian Journal of Surgery = Khirurgiya. Zhurnal im. N.I. Pirogova.* 2020;12:88–92 (In Russ.). DOI: 10.17116/hirurgia202012188
- 26 Remezov M.B., Verlyanko M.S., Laptieva A.U., Ostroushko A.P. Modern approaches to the classification of liver failure. *Mnogoprofilnyy stacionar.* 2022;9(2):70–7 (In Russ.).
- 27 Dunaevskaya S.S., Kosik A.A., Narkevich A.N. Risk factors of postresection hepatic insufficiency. *Journal of New Medical Technologies.* 2020;2:17–21 (In Russ.). DOI: 10.24411/2075-4094-2020-16607
- 28 Yamazaki S., Takayama T. Current topics in liver surgery. *Ann Gastroenterol Surg.* 2019;3(2):146–59. DOI: 10.1002/ags3.12233
- 29 Olthof P.B., Van Gulik T.M., Groot Koerkamp B., Aldrichetti L., Alikhanov R., Cescon M., et al. Portal vein embolization is associated with reduced liver failure and mortality in high-risk resections for perihilar cholangiocarcinoma. *Ann Surg Oncol.* 2020;27(7):2311–8. DOI: 10.1245/s10434-020-08353-5
- 30 Maiborodin I.V., Figurenko N.F., Maiborodina V.I., Onoprienko N.V. Liver regeneration after resection in clinical and experimental conditions. *Pirogov Russian Journal of Surgery = Khirurgiya. Zhurnal im. N.I. Pirogova.* 2020;4:47–52 (In Russ.). DOI: 10.17116/hirurgia202004147
- 31 Andreev A.A., Ostroushko A.P., Laptiyova A.Yu., Glukhov A.A. Reparative liver regeneration after segmental resection (literature review). *Aspirantskiy Vestnik Povolzh'ya.* 2018;5–6:183–90 (In Russ.). DOI: 10.17816/2072-2354.2018.18.3.183-190
- 32 Heil J., Schadde E. Simultaneous portal and hepatic vein embolization before major liver resection. *Langenbecks Arch Surg.* 2021;406(5):1295–305. DOI: 10.1007/s00423-020-01960-6
- 33 Sparrelid E., Hasselgren K., Røskov B.I., Larsen P.N., Schultz N.A., Carling U., et al. How should liver hypertrophy be stimulated? A comparison of upfront associating liver partition and portal vein ligation for staged hepatectomy (ALPPS) and portal vein embolization (PVE) with rescue possibility. *Hepatobiliary Surg Nutr.* 2021;10(1):1–8. DOI: 10.21037/hbsn.2019.10.36
- 34 Plewe J.M., Wabitsch S., Krenzien F., Haber P., Denecke T., Gebauer B., et al. Single-incision laparoscopic surgery portal vein embolisation before extended hepatectomy. *J Minim Access Surg.* 2019;16(2):185–9. DOI: 10.4103/jmas.JMAS_211_18
- 35 Baili E., Tsilimigras D.I., Moris D., Sahara K., Pawlik T.M. Technical modifications and outcomes after Associating Liver Partition and Portal Vein Ligation for Staged Hepatectomy (ALPPS) for primary liver malignancies: A systematic review. *Surg Oncol.* 2020;33:70–80 DOI: 10.1016/j.suronc.2020.01.010
- 36 Are C., Iacovitti S., Prete F., Crafa F.M. Feasibility of laparoscopic portal vein ligation prior to major hepatectomy. *HPB (Oxford).* 2008;10(4):229–33. DOI: 10.1080/13651820802175261
- 37 Sparrelid E., Olthof P.B., Dasari B.V.M., Erdmann J.I., Santol J., Starlinger P., et al. Current evidence on posthepatectomy liver failure: comprehensive review. *BJS Open.* 2022;6(6):zrac142. DOI: 10.1093/bjsopen/zrac142
- 38 Shcherba A.E., Efimov D.Yu., Kirkovsky L.V., Yurlevich D.I., Rummo O.O. Portal vein embolization and alpps for prevention of post-hepatectomy liver failure. *Annaly khirurgicheskoy gepatologii = Annals of HPB Surgery.* 2016;21(3):56–63 (In Russ.). DOI: 10.16931/1995-5464.2016356-63
- 39 Zamanov E.N., Efanov M.G. Prediction and prevention of severe complications following radical surgical treatment of hilar cholangiocarcinoma. *Annaly khirurgicheskoy gepatologii = Annals of HPB Surgery.* 2022;27(1):64–71 (In Russ.). DOI: 10.16931/1995-5464.2022-1-64-71