

Оценка и коррекция функционального резерва печени

DOI: 10.16931/1995-5464.2017125-31

К вопросу о функциональном резерве печени*Гребенкин Е.Н., Борисова О.А., Фомин Д.К., Ахаладзе Г.Г.**ФГБУ “Российский научный центр рентгенорадиологии” МЗ РФ; 117997, г. Москва, ул. Профсоюзная, д. 86, Российская Федерация*

Цель. Комплексная оценка основных методов определения функционального и объемного резерва печени при определении показаний к обширным резекциям.

Материал и методы. Анализировали результаты лечения 24 пациентов, перенесших обширную резекцию печени в 2013–2016 гг. Во всех наблюдениях оценивали клинико-лабораторные данные, показатели клиренса индоцианина зеленого, мультиспиральной КТ-волюметрии, статической полипозиционной скинтиграфии печени.

Результаты. Тесты, проведенные по отдельности, показали адекватный объем и функциональный резерв печени у всех пациентов. Однако в 7 (29,2%) наблюдениях были вынуждены отказаться от обширной резекции в пользу резекции меньшего объема либо двухэтапной резекции или увеличения объема ее планируемого остатка путем эмболизации воротной вены. Поводом для отказа послужили результаты имитации обширной резекции печени при сочетании гепатоскintiграфии с однофотонной эмиссионной КТ, а также комплексный анализ всех факторов, способных повлиять на развитие послеоперационной печеночной недостаточности.

Заключение. Комплексное применение методов оценки функционального и объемного резерва печени позволяет избежать пострезекционной печеночной недостаточности. В настоящее время наиболее актуальным вопросом является переход от оценки резерва всего объема печеночной паренхимы к изолированной оценке резерва печеночного остатка после резекции паренхимы печени.

Ключевые слова: печень, функциональный резерв, печеночная недостаточность, резекция, компьютерная томография, волюметрия, скинтиграфия, индоцианин зеленый.

About the Liver Functional Reserve*Grebenkin E.N., Borisova O.A., Fomin D.K., Akhaladze G.G.**Russian Research Center of Rentgenoradiology; 86, Profsoyuznaya str., Moscow, 117997, Russian Federation*

Aim. Combined evaluation of liver functional and volumetric reserves prior to advanced liver resections.

Material and Methods. The study included 24 patients who underwent extended liver resections for the period 2013–2016. Clinical and laboratory data, indocyanine green (ICG) clearance, CT volumetry, static polypositional hepatoscintigraphy were assessed in all cases.

Results. Individual tests showed sufficient functional reserve of FLR in all patients. However in 7 (29.2%) cases advanced resections were refused in favor of less liver volume removal, two-stage surgery or portal vein embolization to increase remnant liver volume. The reasons for refusal were compiled simulation of extended resection using PET combined with scintigraphy and comprehensive analysis of all factors affecting postoperative liver failure.

Conclusion. Comprehensive assessment of functional and volumetric reserve prevents postoperative liver failure. At present time transition from evaluation of total liver parenchyma reserves to isolated assessment of FLR reserve is the most actual problem.

Key words: liver, functional reserve, liver failure, resection, CT volumetry, scintigraphy, indocyanine green.

● Введение

В настоящее время резекция печени является основным этапом лечения при ее опухолевом поражении. Миланские критерии уже не ограничивают хирургов в определении показаний к резекции при гепатоцеллюлярной карциноме [1]; холангиокарцинома с внутripеченочной диссеминацией перестала являться противопоказанием к хирургическому лечению [2]. Рутинной стала резекция печени по поводу метастатического поражения колоректальной, почечной, нейроэндокринной этиологии [3]. В ряде наблюде-

ний резекцию печени выполняют при метастазах рака “нестандартной” этиологии (рак молочной железы, рак поджелудочной железы и т.д.) [4].

Нередко показания к резекции печени и технические возможности хирургов превосходят функциональные возможности печеночного остатка. В связи с этим проблема адекватности планируемой резекции печени по отношению к функциональной возможности остатка печени является ключевой для достижения длительных показателей выживаемости [5].

Основными факторами, определяющими объем хирургического вмешательства на печени, являются функциональный резерв планируемого остатка органа, а также его регенераторный потенциал [5, 6]. При этом следует помнить, что один и тот же объем паренхимы может обладать совершенно разными функциональными показателями. Своевременная предоперационная оценка этих показателей позволяет избежать вмешательства с фатальными осложнениями и вселить надежду пациентам с казалось бы недостаточным объемом планируемого остатка паренхимы печени.

На функцию печени негативно воздействуют такие заболевания как сахарный диабет, ожирение, почечная недостаточность, а также поражения печени в виде хронического вирусного гепатита, цирроза любой этиологии, холестаза, стеатоза, синдрома синусоидальной обструкции (“голубая печень”) [7].

При оценке функционального и объемного резерва печени используют комплекс методов [8]. Основным методом оценки объемов сегментов и долей является КТ-волюметрия. Многочисленные исследования позволили определить минимальный необходимый объем остатка паренхимы печени для разных категорий пациентов [9, 10]. Однако даже после точной оценки объема печеночного остатка не складывается представление о его функциональной сохранности и регенераторном потенциале, что является основным недостатком метода.

Грубые нарушения функции печени позволяет выявить оценка клинко-лабораторных показателей [9], однако, как правило, пациентов с грубыми нарушениями функции органа (классы В и С по Child–Pugh) не рассматривают в качестве кандидатов на обширную резекцию, запрашивая помощь трансплантологов. Пациенты, обращающиеся к хирургу-гепатологу, чаще всего

не имеют грубых клинко-лабораторных нарушений, однако их печень нередко бывает повреждена циррозом, большим числом курсов химиотерапии, что приводит к соответствующим морфологическим изменениям. При этом объем поражения паренхимы нередко требует обширных, полисегментарных резекций, что в сочетании со сниженным функциональным резервом остатка паренхимы и уменьшением регенераторного потенциала приводит к развитию пострезекционной печеночной недостаточности.

В мире наиболее распространенным методом, позволяющим оценить как функцию паренхимы печени, так и ее регенераторный потенциал, является исследование с индоцианином зеленым. Индоцианин зеленый — это синтетический краситель, который полностью связывается с альбумином и бета-липопротеинами и элиминируется с желчью, не участвуя в метаболизме и не подвергаясь энтерогепатической рециркуляции [11]. К преимуществам метода можно отнести относительную простоту в использовании и достаточно высокую точность, подтвержденную множеством исследований. Недостатком является невозможность оценки функции отдельных частей печени, что не позволяет использовать метод при точном планировании объема резекции. Кроме того, отсутствует корреляция между результатами теста и такими постхимиотерапевтическими осложнениями, как синусоидальное повреждение и стеатогепатит [12].

Методы, позволяющие оценить функцию печени в целом, несомненно, дают хирургу важнейшую информацию. Важно помнить, что достаточный объем остатка паренхимы печени не эквивалентен ее адекватной функции [13, 14]. В связи с этим перед обширной резекцией возникает необходимость в оценке функционального резерва именно планируемого остатка паренхимы печени.

Гребенкин Егор Николаевич — канд. мед. наук, научный сотрудник отдела хирургии и хирургических технологий в онкологии Российского научного центра рентгенорадиологии МЗ РФ. **Борисова Ольга Анатольевна** — канд. мед. наук, заведующая отделением радионуклидной диагностики клиники ядерной медицины Российского научного центра рентгенорадиологии МЗ РФ. **Фомин Дмитрий Кириллович** — доктор мед. наук, профессор, заведующий клиникой ядерной медицины Российского научного центра рентгенорадиологии МЗ РФ. **Ахаладзе Гурам Германович** — доктор мед. наук, профессор, главный научный сотрудник научно-исследовательского отдела хирургии и хирургических технологий в онкологии Российского научного центра рентгенорадиологии МЗ РФ.

Для корреспонденции: Гребенкин Егор Николаевич — 141090, Московская область, город Королев, проспект Королева, 96-72, Российская Федерация. Тел.: +7-985-295-01-88. E-mail: genbytu@mail.ru

Grebenkin Egor Nikolaevich — Cand. of Med. Sci., Researcher at the Department of Surgery and Surgical Technologies in Oncology of Russian Research Center of Rentgenoradiology of the Ministry of Healthcare. **Borisova Olga Anatolyevna** — Cand. of Med. Sci., Head of the Department of Radionuclide Diagnostics, Clinic of Nuclear Medicine of Russian Research Center of Rentgenoradiology of the Ministry of Healthcare. **Fomin Dmitriy Kirillovich** — Doct. of Med. Sci., Professor, Head of the Clinic of Nuclear Medicine of the Russian Research Center of Radiology of the Ministry of Healthcare. **Akhaladze Guram Germanovich** — Doct. of Med. Sci., Professor, Chief Researcher of the Department of Surgery and Surgical Technologies in Oncology of Russian Research Center of Rentgenoradiology of the Ministry of Healthcare.

For correspondence: Grebenkin Egor Nikolaevich — 96-72, the city of Korolev, str. Avenue of Korolev, 141090, Russian Federation. Phone: +7-985-295-01-88. E-mail: genbytu@mail.ru

Основным методом, позволяющим провести комплексную оценку функции печени в целом и по анатомическим отделам, является гепатосцинтиграфия с технефитом Тс-99m. Метод основан на анализе распределения радиофармпрепарата (РФП) в морфофункциональных структурах, содержащих клетки ретикулоэндотелиальной системы. Показатели захвата РФП печенью тесно коррелируют с ее функциональным резервом. При этом гепатосцинтиграфия позволяет диагностировать портальную гипертензию еще до ее клинического проявления. Применяемый наравне с технефитом Тс-99m Тс-меброфенин поглощается гепатоцитами и выводится с желчью в кишечник. По своей сути сканиграфия с Тс-меброфенином в отличие от исследования с технефитом Тс-99m повторяет исследование с индоцианином зеленым с возможностью оценки клиренса препарата по анатомическим отделам печени [13, 15, 16].

Таким образом, анализируя основные методы оценки функционального резерва печени, можно отметить, что только комплексное применение всех перечисленных методов позволяет провести адекватное планирование обширной резекции печени, нивелировав риск послеоперационной печеночной недостаточности.

● Материал и методы

Анализировали результаты лечения 24 пациентов, перенесших обширную резекцию печени в 2013–2016 гг. Объем планируемых резекций: правосторонняя гемигепатэктомия — 6 пациентов, расширенная правосторонняя гемигепатэктомия — 4, мезогепатэктомия — 5, расширенная левосторонняя гемигепатэктомия — 2, обширная комбинированная резекция более 4 сегментов — 7. Семнадцати пациентам резекция была показана по причине метастазов колоректального рака, 4 — по поводу метастазов других опухолей, 2 — по поводу гепатоцеллюлярного рака, 1 — по поводу внутripеченочной холангиокарциномы. 14 (58%) пациентов получали неoadъювантную химиотерапию, при этом среднее число курсов полихимиотерапии (ПХТ) составило $7,6 \pm 4,3$ (2–52 курса).

Цирроз печени класса А по Child–Pugh отмечен у 1 пациента с гепатоцеллюлярной карциномой на фоне хронического вирусного гепатита С. У 1 пациента после 6 курсов ПХТ по схеме FOLFOX и 4 курсов по схеме FOLFIRI во время операции отмечены выраженные изменения в печени (“голубая печень”).

Всем пациентам проведено комплексное изучение функционального и объемного резерва печени, включая исследование с индоцианином зеленым, МСКТ-волюметрию, статическую полипозиционную сканиграфию печени с коллоидом (технефит Тс-99m). Исследование с индо-

цианином зеленым выполняли стандартным способом с введением натошак 0,5 мг/кг препарата. Оценку таких показателей как минутный клиренс (PDR) и остаточная концентрация через 15 мин (R15) проводили с применением технологии LiMON.

МСКТ-волюметрию выполняли с использованием стандартного программного обеспечения, реализованного в программе для просмотра DICOM-файлов “Видар” после загрузки портальной фазы исследования с шагом не более 1 мм.

Гепатосцинтиграфию выполняли с РФП технефит Тс-99m. Вводили 120 МБк препарата. Протокол записи: 120 кадров по 1 с — передняя проекция в положении лежа, 15 кадров по 1 мин — передняя проекция в положении лежа. Оценивали фракции кровотока, $T_{\max}$ ретикулоэндотелиальной системы. При полипозиционном исследовании через 30 мин после введения препарата оценивали однородность накопления его в печени, размеры функционирующей паренхимы печени, процент захвата РФП всей печенью и долями, захват РФП селезенкой и костным мозгом. При совмещении с ОФЭКТ-КТ оценивали общий объем паренхимы печени и объем функционирующей паренхимы. Кроме того, используя стандартные анатомические ориентиры, выполняли имитацию резекции с оценкой захвата радиометки паренхимой планируемого остатка печени. Считали достаточными показатели захвата РФП планируемым остатком паренхимы печени $\geq 20\%$ от счета над всем телом.

Отработав метод оценки функции печени с индоцианином зеленым для оценки функции изолированного планируемого остатка печени, разработали интраоперационный метод, заключающийся в наложении зажима на сосудисто-секреторную ножку удаляемой части печени и долевую печеночную вену с последующей оценкой клиренса индоцианина зеленого. Таким образом можно оценить функцию именно этого остатка паренхимы печени. Похожий метод без исключения оттока крови по печеночной вене предлагали японские авторы [17]. Они сравнили показатели клиренса индоцианина зеленого после наложения провизорного зажима и после удаления пораженной части печени, получив различия в показателях, не превышающие 10–15%. Кроме того, отметили четкую корреляцию периоперационных показателей клиренса индоцианина зеленого с уровнем послеоперационной билирубинемии. Способ применили в 1 наблюдении перед правосторонней гемигепатэктомией. Измерения клиренса индоцианина зеленого выполняли перед операцией, во время операции после пережатия сосудов и после ушивания лапаротомной раны.

● Результаты

Оценку объемного и функционального печеночного резерва начинали с выполнения теста с индоцианином зеленым. У всех больных показатели PDR превышали 20%/мин ($23,51 \pm 2,69\%$ /мин), показатели R15 не превышали 8% ($4,05 \pm 1,88\%$). При анализе результатов МСКТ-волюметрии объем планируемого остатка паренхимы печени составлял 25,2–43,8% ($32,9 \pm 4,1\%$). Максимальный объем планируемого остатка паренхимы составлял 624 см³, минимальный — 383 см³ (521 ± 84 см³). При оценке результатов гепатосцинтиграфии компенсированная портальная гипертензия отмечена у 8 (33,3%) пациентов. Захват РФП всей печенью варьировал от 47 до 81% ($59 \pm 7,91\%$). Таким образом, у всех пациентов проведенные тесты показали достаточный объем и функциональный резерв печени. Различия в объеме печени, полученные при МСКТ-волюметрии и гепатосцинтиграфии, не превышали 7%. При этом, оценивая различия в общем объеме паренхимы и объеме функционирующей паренхимы (по данным гепатосцинтиграфии), отмечена существенная разница — от 9 до 32%.

Несмотря на допустимые показатели тестов, в 7 (29,2%) наблюдениях были вынуждены отказаться от обширной резекции печени в пользу резекции меньшего объема либо выбрать двухэтапную резекцию печени. Поводом для отказа послужили результаты имитации обширной резекции при сочетании гепатосцинтиграфии с ОФЭКТ, а также комплексный анализ всех факторов, способных повлиять на развитие послеоперационной недостаточности.

В 2 наблюдениях при планируемой расширенной правосторонней гемигепатэктомии показатели захвата РФП будущим остатком паренхимы печени составили 18,4 и 19,2%. В обоих наблюдениях успешно выполнили двухэтапные вмешательства с перевязкой правой воротной вены и удалением очагов из левой доли на первом этапе. Еще в 1 наблюдении также планировали расширенную правостороннюю гемигепатэктомию, однако захват РФП планируемым остатком паренхимы составлял 16,8%. В связи с этим выполнили классическую правостороннюю гемигепатэктомию с атипичными периопухолевыми резекциями левой доли. В одном наблюдении объем левой доли печени составлял 25,2%, при этом захват РФП составлял всего 11%. Принято решение об отказе от правосторонней гемигепатэктомии в пользу технически более сложной бисегментэктомии V и VIII. Еще у 2 больных были вынуждены отказаться от правосторонней гемигепатэктомии в пользу сегментарных резекций (V и VIII сегментов) ввиду состояния паренхимы печени, несмотря на захват РФП планируемым остатком паренхимы 20 и 21%. В 1 наблюдении выявлен цирроз печени, в другом — постцитотоксические изменения паренхимы. В табл. 1 представлены данные измерения функционального резерва и операции наших пациентов.

В 1 наблюдении при правосторонней гемигепатэктомии выполнили изолированную периоперационную оценку функции планируемого остатка паренхимы с индоцианином зеленым. Объем остатка паренхимы составлял 30%, накопление РФП — 21%. Уровень PDR9 перед лапаро-

Таблица 1. Результаты изменений функционального резерва и объемы резекции печени

Планируемый объем вмешательства	Захват РФП остатком паренхимы печени, %/мин	Объем остатка паренхимы печени, %	Морфологическое состояние паренхимы печени	Выполненный объем вмешательства
Расширенная правосторонняя гемигепатэктомия	18,4	34	Нормальное	Двухэтапная резекция
Расширенная правосторонняя гемигепатэктомия	19,2	32	Нормальное (52 курса ПХТ)	Двухэтапная резекция
Расширенная правосторонняя гемигепатэктомия	16,8	29	Нормальное	Правосторонняя гемигепатэктомия с периопухолевой резекцией левой доли
Расширенная правосторонняя гемигепатэктомия	17,3	34	Нормальное	Правосторонняя гемигепатэктомия с периопухолевой резекцией левой доли
Правосторонняя гемигепатэктомия	11	25,2	Нормальное	Бисегментэктомия S _V , S _{VIII}
Правосторонняя гемигепатэктомия	20	43,8	“Голубая печень”	Сегментэктомия S _{VIII}
Правосторонняя гемигепатэктомия	21	39,2	Цирроз	Сегментэктомия S _V

Таблица 2. Комплексная периоперационная оценка функции печени

Время исследования	Объем планируемого остатка паренхимы печени, см ³ (%)	Захват РФП остатком паренхимы, %	Результаты исследования с индоцианином зеленым
До операции	445 (32)	19,2	PDR 19,7%/мин R15 5,2%
9-е сутки после первого этапа	580	22	PDR 21,4%/мин R15 4,7%
28-е сутки после первого этапа	599 (44)	32	PDR 22,6%/мин R15 3,4%

томией составил 24,6%/мин, после сосудистого “выключения” доли — 12,9%/мин, после удаления доли — 11,6%/мин; R15 на тех же этапах составил 2,5, 14,4 и 17,2% соответственно. Различия в показателях между моментом наложения турникета и удалением доли по уровню PDR составили 10,1%, по уровню R15 — 16,3%.

Еще у 1 пациента выполнили оценку функции печени на различных этапах после резекции. Объем левой доли у больного составлял 32%, однако с учетом 52 курсов перенесенной химиотерапии было принято решение о двухэтапном вмешательстве. На первом этапе перевязана правая воротная вена и удалено 2 подкапсульных очага из левой доли. На 30-е сутки вторым этапом выполнена классическая правосторонняя гемигепатэктомия. Полученные данные динамического исследования представлены в табл. 2 и на рисунке.

Представленные результаты отражают динамику нарастания объема и функции печени. Несоответствие нарастания захвата РФП нарастанию объема печени означает, что увеличение объема печени не отражает полноценного восстановления ее функции.

Признаков пострезекционной печеночной недостаточности, летальных исходов и серьезных

осложнений не было. У всех больных выявляли транзиторное повышение уровня трансаминаз от 4 до 16 норм, с быстрой нормализацией показателей к 5-м суткам. Максимальный подъем общего билирубина в течение первых 5 сут составлял 40,2 ммоль/л ($24,2 \pm 7,6$ ммоль/л). У 2 больных отмечен небольшой транзиторный асцит (дебет 250–300 мл в сутки), который удалось устранить консервативной терапией.

● Обсуждение

Современная парадигма при решении вопроса о резекции печени с понятия “что резецировали” сместилась к понятию “что остается после резекции” [18]. Иными словами, выбор резекции определяет не объем поражения печени, а возможность сохранить адекватный потребностям организма больного объем нормально функционирующего печеночного остатка. Обеспечить адекватный объем печеночного остатка позволяет соблюдение таких современных подходов в печеночной хирургии как бережное отношение к оставленной паренхиме печени, совершенствование технических средств рассечения паренхимы и переход от обширных резекций к органосохраняющим сегмент-ориентированным резекциям [19].

Современная онкология и трансплантология нередко диктуют необходимость обширной резекции печени с удалением более 60% паренхимы. В таких ситуациях оценка функционального состояния и резерва, а также регенераторного потенциала печени именно планируемого остатка паренхимы имеет решающее значение в профилактике послеоперационной печеночной недостаточности. Под планируемым остатком подразумеваем количественный показатель минимально возможного объема оставленной паренхимы, необходимого для жизни пациента. Основным фактором, влияющим на показатель, является состояние печеночной паренхимы на фоне сопутствующего гепатита, цирроза, стеатоза и перенесенной химиотерапии. Функциональный резерв необходим для того, чтобы печеночный остаток выполнил функцию органа в течение раннего послеоперационного периода до начала полноценной регенерации. Термин “регенераторный потенциал” включает способность

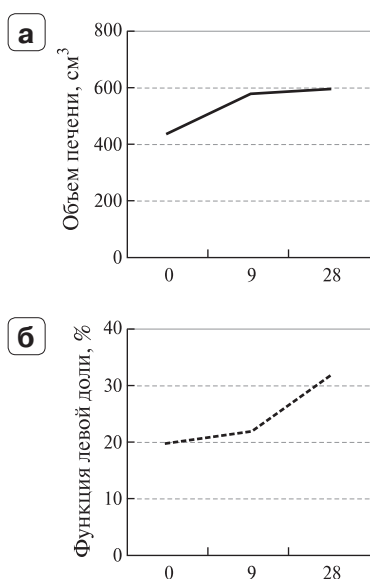


Диаграмма. Нарастание объема (а) и функционального резерва (б) левой доли печени.

остатка печени увеличить свой объем до уровня, достаточного для выполнения функции. Предполагается, что этот потенциал конечен — после искусственной викарной гипертрофии путем перевязки или эмболизации воротной вены печеночный остаток исчерпывает этот потенциал, и рассчитывать на дальнейшее увеличение объема не приходится. Понятие “функциональный резерв печени” объединяет в себе как способность печеночного остатка выполнять функцию всего органа в раннем послеоперационном периоде, так и способность паренхимы увеличивать свои функциональные показатели вслед за нарастанием объема без проявления признаков печеночной недостаточности.

Оценивая указанные показатели, приходится учитывать тот факт, что в течение первых суток после резекции функция всей печени ложится на значительно меньший объем паренхимы, недавно перенесший операционную травму, гипоксию, краевой некроз. В течение первых суток после обширной резекции у абсолютного большинства больных отмечают биохимические изменения, отражающие цитолиз, увеличение д-димера, снижение дезинтоксикационной и метаболической функции печени. Активизация регенерации — тоже энергоемкий процесс, и поэтому нарастание объема печеночного остатка с соответствующим нарастанием функционального потенциала приводит к нормализации показателей лишь к 5-м суткам после операции. Недооценка функционального резерва печени может привести к неспособности остатка паренхимы выполнять свою функцию, что в свою очередь приводит к развитию необратимой печеночной недостаточности.

При планировании обширной резекции печени предельно допустимыми показателями будущего остатка паренхимы считают 25%. Предельными показателями функционального резерва, по данным предоперационного исследования с индоцианином зеленым, принято считать уровень PDR 15%, при интраоперационном исследовании с сосудистой изоляцией удаляемой доли — 20%. При показателях более 30% любой объем резекции печени крайне опасен. По данным гепатосцинтиграфии с технефитом Tc-99m, предельно низким считают захват РФП планируемым остатком паренхимы в 20% от счета над всем телом.

В этом исследовании было установлено, что комбинированное применение существующих методов оценки функции и объема печеночной паренхимы в сочетании с анализом всех факторов, способствующих развитию послеоперационной печеночной недостаточности, может убереечь от чрезмерного объема резекции печени. У всех пациентов были нормальные показатели клиренса индоцианина зеленого, достаточный

объем планируемого остатка паренхимы печени и отсутствие значимых нарушений по данным гепатосцинтиграфии. При этом изолированная оценка функционального резерва печеночного остатка, рассчитанная по данным гепатосцинтиграфии в сочетании с ОФЭКТ, в 29% наблюдений оказалась меньше предельно допустимых для безопасной резекции печени, что в сочетании с анализом клинко-анамнестических факторов привело к изменению планируемого объема вмешательства.

Интересен анализ динамики нарастания функционального резерва левой доли печени при увеличении ее паренхимы после перевязки правой ветви воротной вены. В настоящее время существует тенденция раннего второго этапа после эмболизации или лигирования воротной вены (10–14-е сутки), процедуры ALPPS (7–10-е сутки) [20]. Однако, по данным проведенного исследования, быстрое нарастание объема печеночного остатка в течение первых 10 дней не соответствует аналогичному улучшению его функции. Этот факт сдерживает от раннего второго этапа даже при достижении хорошего объема планируемого остатка печени.

Наиболее точным методом оценки функционального резерва планируемого остатка паренхимы печени считаем периоперационную оценку клиренса индоцианина зеленого после полной обратимой сосудистой изоляции удаляемой доли. Метод сравнительно прост в применении, при этом позволяет с достаточной точностью оценить функциональный резерв остатка паренхимы печени, без необратимых шагов в виде пересечения сосудов и рассечения паренхимы. При возрастании уровня R15 более 20% имеет смысл перейти к двухэтапному вмешательству.

● Заключение

Комбинированное применение методов оценки функционального и объемного резерва печени позволяет избежать чрезмерного объема вмешательства. В настоящее время наиболее актуальным вопросом является переход от оценки резерва всего объема печеночной паренхимы к изолированной оценке резерва печеночного остатка.

● Список литературы / References

1. Li W., You X., Li L., Zhong J. Hepatic resection for hepatocellular carcinoma involving a single large tumor, multiple tumors or macrovascular invasion. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi*. 2015; 95 (38): 3115–3118. PMID: 26814101.
2. Yoh T., Hatano E., Yamanaka K., Nishio T., Seo S., Taura K., Yasuchika K., Okajima H., Kaido T., Uemoto S. Is surgical resection justified for advanced intrahepatic cholangiocarcinoma? *Liver Cancer*. 2016; 5 (4): 280–289. DOI: 10.1159/000449339.
3. Charnsangavej C., Clary B., Fong Y., Grothey A., Pawlik T.M., Choti M.A. Selection of patients for resection of hepatic colo-

- rectal metastases: expert consensus statement. *Ann. Surg. Oncol.* 2006; 13 (10): 1261–1268. DOI: 10.1245/s10434-006-9023-y.
4. Antoniou E., Margonis G.A., Sasaki K., Andreatos N., Polychronidis G., Pawlik T., Pikoulis E. Is resection of pancreatic adenocarcinoma with synchronous hepatic metastasis justified? A review of current literature. *ANZ J. Surg.* 2016; 86 (12): 973–977. DOI: 10.1111/ans.13738.
 5. Clavien P.A., Petrowsky H., DeOliveira M.L., Graf R. Strategies for safer liver surgery and partial liver transplantation. *N. Engl. J. Med.* 2007; 356 (15): 1545–1559. DOI: 10.1056/NEJMra065156.
 6. Dahm F., Georgiev P., Clavien P.A. Small-for-size syndrome after partial liver transplantation: definition, mechanisms of disease and clinical implications. *Am. J. Transplant.* 2005; 5 (11): 2605–2610. DOI: 10.1111/j.1600-6143.2005.01081.x.
 7. Kauffmann R., Fong Y. Post-hepatectomy liver failure. *Hepatobiliary Surg. Nutr.* 2014; 3 (5): 238–246. DOI: 10.3978/j.issn.2304-3881.2014.09.01.
 8. Fan S.T. Liver functional reserve estimation: state of the art and relevance. *J. Hepatobiliary Pancreat. Sci.* 2010; 17 (4): 380–384. DOI: 10.1007/s00534-009-0229-9.
 9. Kasia P., Jurgen H., Hegera M., Stoker J. New perspectives in the assessment of future remnant liver. *Dig. Surg.* 2014; 31 (9): 255–268. DOI: 10.1159/000364836.
 10. Breitenstein S., Apestegui C., Petrowsky H., Clavien P.A. “State of the art” in liver resection and living donor liver transplantation: a worldwide survey of 100 liver centers. *World J. Surg.* 2009; 33 (4): 797–803. DOI: 10.1007/s00268-008-9878-0.
 11. Haegele S., Reiter S., Wanek D., Offensperger F., Pereyra D., Stremitzer S., Fleischmann E., Brostjan C., Gruenberger T., Starlinger P. Perioperative non-invasive indocyanine green-clearance testing to predict postoperative outcome after liver resection. *PLoS One.* 2016; 11 (11): e0165481. DOI: 10.1371/journal.pone.0165481.
 12. Wakiya T., Kudo D., Toyoki Y., Ishido K., Kimura N., Narumi S., Kijima H., Hakamada K. Evaluation of the usefulness of the indocyanine green clearance test for chemotherapy-associated liver injury in patients with colorectal cancer liver metastasis. *Ann. Surg. Oncol.* 2014; 21 (1): 167–172. DOI: 10.1245/s10434-013-3203-3.
 13. Bennink R.J., Dinant S., Erdogan D., Heijnen B.H., Straatsburg I.H., van Vliet A.K., van Gulik T.M. Preoperative assessment of postoperative remnant liver function using hepatobiliary scintigraphy. *J. Nucl. Med.* 2004; 45 (6): 965–971.
 14. Dinant S., de Graaf W., Verwer B.J., Bennink R., van Lienden K.P., Gouma D.J., van Vliet A.K., van Gulik T.M. Risk assessment of posthepatectomy liver failure using hepatobiliary scintigraphy and CT volumetry. *J. Nucl. Med.* 2007; 48 (5): 685–692. DOI: 10.2967/jnumed.106.038430.
 15. Chapelle T., Op De Beeck B., Huyghe I., Francque S., Driesen A., Roeyen G., Ysebaert D., De Greef K. Future remnant liver function estimated by combining liver volumetry on magnetic resonance imaging with total liver function on 99mTc-mebrofenin hepatobiliary scintigraphy: can this tool predict post-hepatectomy liver failure? *HPB (Oxford)*. 2016; 18 (6): 494–503. DOI: 10.1016/j.hpb.2015.08.002.
 16. Ходарева Е.Н., Синякова О.Г., Чжао А.В., Андрейцева О.И., Кудряшова Н.Е. Значение гепатосцинтиграфии с коллоидом в оценке тяжести состояния пациентов с циррозом печени и функционального состояния печени до и после трансплантации. *Трансплантология*. 2010; 2: 30–35. Hodareva E.N., Sinyakova O.G., Zhao A.V., Andreytseva O.I., Kudryashova N.E. The role of colloid-enhanced hepatic scintigraphy in assessment of severity of patients' with cirrhosis and a functional state of liver before and after transplantation. *Transplantologiya*. 2010; 2: 30–35. (In Russian)
 17. Akita H., Sasaki Y., Yamada T., Gotoh K., Ohigashi H., Eguchi H., Yano M., Ishikawa O., Imaoka S. Real-time intraoperative assessment of residual liver functional reserve using pulse dye densitometry. *World J. Surg.* 2008; 32 (12): 2668–2674. DOI: 10.1007/s00268-008-9752-0.
 18. Charnsangavej C., Clary B., Fong Y., Grothey A., Pawlik T.M., Choti M.A. Selection of patients for resection of hepatic colorectal metastases: expert consensus statement. *Ann. Surg. Oncol.* 2006; 13 (10): 1261–1268. DOI: 10.1245/s10434-006-9023-y.
 19. Ахаладзе Г.Г., Гребенкин Е.Н. Новый способ рассечения паренхимы печени при резекции. *Анналы хирургической гепатологии*. 2016; 21 (2): 56–61. Akhaladze G.G., Grebenkin E.N. A new method of liver parenchyma dissection during resection. *Annaly khirurgicheskoy gepatologii*. 2016; 21 (2): 56–61. (In Russian)
 20. Moris D., Vernadakis S., Papalampros A., Vailas M., Dimitrakallis N., Petrou A., Dimitroulis D. Mechanistic insights of rapid liver regeneration after associating liver partition and portal vein ligation for stage hepatectomy. *World J. Gastroenterol.* 2016; 22 (33): 7613–7624. DOI: 10.3748/wjg.v22.i33.7613.

Статья поступила в редакцию журнала 23.01.2017.

Received 23 January 2017.