

ISSN 1995-5464 (Print); ISSN 2408-9524 (Online)

DOI: 10.16931/1995-5464.2018269-75

Однофотонная эмиссионная компьютерная томография в планировании обширной резекции печени

Шабунин А.В.^{1,2}, Белоусова А.П.¹, Греков Д.Н.^{1,2}, Дроздов П.А.^{2*}

¹ ФГБОУ ДПО Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования Минздрава России; 125993, г. Москва, ул. Баррикадная, д. 2/1, стр. 1, Российская Федерация

² ГБУЗ Городская клиническая больница им. С.П. Боткина, Москва; 125284, г. Москва, 2-й Боткинский проезд, д. 5, Российская Федерация

Цель. Определить показания к этапному лечению при планировании обширной резекции печени с помощью однофотонной эмиссионной компьютерной томографии.

Материал и методы. С 2007 по 2016 г. в хирургической клинике Боткинской больницы находилось 26 пациентов, у которых при планировании расширенной резекции печени анатомический объем FLR (aFLR) был <30%, что является показанием к эмболизации правой ветви воротной вены. С 2007 по 2014 г. двухэтапное лечение применено 15 больным (1-я группа). С 2015 г. в предоперационное обследование включили однофотонную эмиссионную компьютерную томографию. Показанием к двухэтапному лечению стал объем функционирующего FLR (fFLR) <30% (2-я группа, 11 пациентов).

Результаты. В 1-й группе всем больным выполнена эмболизация правой ветви воротной вены, из них оперировано 9: расширенная правосторонняя гемигепатэктомия выполнена 5 больным, правосторонняя гемигепатэктомия – 4. Острая послеоперационная печеночная недостаточность развилась у 1 (11,1%) больного (А по ISGLS). Во 2-й группе необходимость эмболизации правой ветви воротной вены определяли после проведения однофотонной эмиссионной компьютерной томографии. У 5 больных объем fFLR был ≥30%: выполнили правостороннюю гемигепатэктомию в 3 наблюдениях, расширенную правостороннюю гемигепатэктомию – в 2. У 6 больных объем fFLR был <30%, им применили двухэтапное лечение. Радикально оперировано 5 больных: правосторонняя гемигепатэктомия выполнена 3, расширенная правосторонняя гемигепатэктомия – 2. Признаков острой послеоперационной печеночной недостаточности и летальных исходов в этой группе не было.

Заключение. При планировании обширной резекции печени однофотонная эмиссионная компьютерная томография позволяет выявить группу больных с высоким риском острой пострезекционной печеночной недостаточности и провести комплекс мероприятий по ее хирургической профилактике.

Ключевые слова: печень, первичный рак, метастазы, резекция, эмболизация воротной вены, ОФЭКТ/КТ.

Ссылка для цитирования: Шабунин А.В., Белоусова А.П., Греков Д.Н., Дроздов П.А. Однофотонная эмиссионная компьютерная томография в планировании обширной резекции печени. *Анналы хирургической гепатологии*. 2018; 23 (2): 69–75. DOI: 10.16931/1995-5464.2018269-75.

Авторы подтверждают отсутствие конфликтов интересов.

Single photon emission computed tomography (SPECT) for planning of surgical tactics in advanced liver resections

Shabunin A.V.^{1,2}, Belousova A.P.¹, Grekov D.N.^{1,2}, Drozdov P.A.^{2*}

¹ Russian Medical Academy of Continuous Postgraduate Education of Healthcare Ministry of the Russian Federation; Building 1, Building 2/1, Barrikadnaya str., Moscow, 125993, Russian Federation

² Botkin City Clinical Hospital, Moscow; 5, 2-nd Botkinsky travel, Moscow, 125284, Russian Federation

Aim. To determine the indications for staged treatment in planning of advanced liver resections using SPECT.

Material and methods. There were 26 patients for the period 2007–2016 who required advanced liver resections at the surgical clinic of the Botkin Hospital. Anatomic FLR (aFLR) was less than 30% in all cases that is an indication for right portal branch embolization. Two-stage treatment has been applied in 15 patients (group 1) for the period 2007–2014. Preoperative examination has included SPECT since 2015. Indication for two-stage treatment was functioning FLR (fFLR) less than 30% (group 2). The second group included 11 patients.

Results. In the first group ($n = 15$), all patients underwent right portal branch embolization. Nine of them underwent surgery including advanced right-sided hemihepatectomy in 5 cases and right-sided hemihepatectomy in 4 cases.

Acute postoperative liver failure occurred in 1 (11.1%) patient (ISGLS class A). In the second group ($n = 11$) need for portal embolization was determined after SPECT. In 5 patients fFLR was over 30%. Thus, advanced right-sided hemihepatectomy and conventional right-sided hemihepatectomy were carried out in 2 and 3 cases, respectively. Six patients had fFLR less than 30% and two-stage approach was indicated. Five patients underwent radical surgery: advanced right-sided hemihepatectomy and conventional right-sided hemihepatectomy were carried out in 2 and 3 cases, respectively. There were no cases of acute postoperative liver failure and mortality in this group.

Conclusion. Preoperative SPECT is able to predict high risk of acute postoperative liver failure after advanced liver resection. Therefore, certain measures for prevention of this complication may be considered.

Keywords: liver, primary cancer, metastases, resection, portal embolization, SPECT/CT.

For citation: Shabunin A.V., Belousova A.P., Grekov D.N., Drozdov P.A. Single photon emission computed tomography (SPECT) for planning of surgical tactics in advanced liver resections. *Annaly khirurgicheskoy gepatologii = Annals of HPB surgery*. 2018; 23 (2): 69–75. (In Russian). DOI: 10.16931/1995-5464.2018269-75.

There is no conflict of interests.

● Введение

Наиболее тяжелым осложнением резекционных вмешательств на печени является острая пострезекционная печеночная недостаточность, которая развивается в 1,2–32% наблюдений [1, 2]. Это связано в основном с гепатотоксическим действием предшествующей полихимиотерапии (ПХТ) либо сопутствующими заболеваниями органа – стеатогепатитом, циррозом. Многочисленными исследованиями было показано, что с увеличением числа курсов предоперационной химиотерапии увеличивается и число послеоперационных осложнений: с 15% без предоперационной ПХТ до 60% и более с предшествующими 10 и более курсами ПХТ [3].

В то же время во многих метаанализах доказано преимущество резекций печени перед другими методами лечения как при первичном раке печени, так и метастазах в печень рака других локализаций. При резекционных вмешательствах общая и безрецидивная выживаемость статистически больше вне зависимости от размера опухоли и функционального состояния печени [4–7]. Наиболее часто резекционные вмешательства выполняют при первичном раке печени и метастазах в печень.

В структуре онкологической заболеваемости гепатоцеллюлярный рак в настоящее время занимает пятое место в мире [8]. Смертность от первичного рака печени в России больше заболеваемости [9].

В большинстве наблюдений причиной печеночных метастазов является колоректальный рак (КРР) [10, 11]. По данным эпидемиологического исследования 2007 г., синхронные метастазы в печень при КРР выявляют в 14,5% наблюдений. Пятилетняя частота развития метастазов печени при КРР составляет 16,5% и зависит от стадии заболевания: при I стадии – 3,7%, при II – 13,3%, при III – 30,4% [12, 13].

Проводятся масштабные исследования для определения факторов риска развития пострезекционной печеночной недостаточности. Для определения объема функционирующей паренхимы печени и ее преимущественного расположения

применяют клиренс-тест элиминации индоциана зеленого [14], дыхательный тест (LiMAx test) [15], однофотонную эмиссионную КТ, совмещенную с КТ (ОФЭКТ/КТ) [16]. Применение дыхательных тестов позволяет оценить суммарную функциональную активность печеночной паренхимы и не позволяет определить объем остающейся после резекции паренхимы печени (future liver remnant, FLR). Этих недостатков лишен современный метод определения функциональной активности печени ОФЭКТ.

ОФЭКТ (Single-photon Emission Computed Tomography, SPECT) является разновидностью эмиссионной томографии и позволяет создавать томограмму распределения радионуклидов. Одно из наиболее важных преимуществ ОФЭКТ – возможность вычисления объема функционирующей ткани печени путем суммирования объемных элементов, формирующих изображения срезов органа [17].

Совмещение ОФЭКТ и КТ представляет собой новейший метод комплексного рентген-радиологического исследования – ОФЭКТ/КТ. Объединение этих двух технологий в единой системе приводит к увеличению точности исследования. Данные ОФЭКТ привлекают внимание к отклонениям в данных КТ, а данные КТ делают то же самое для ОФЭКТ. В дополнение к этому данные КТ позволяют находить точные поправки на неоднородность ослабления, благодаря чему становится возможным количественный анализ результатов ОФЭКТ. Количественная оценка накопления радиофармпрепарата при проведении ОФЭКТ/КТ способствует совершенствованию методов определения стадии опухоли и планирования терапевтических процедур [9]. С помощью ОФЭКТ/КТ можно уточнить как анатомический объем каждой доли печени, так и объем функционирующей паренхимы печени и ее преимущественное расположение в долях органа.

● Материал и методы

С августа 2007 г. по июнь 2016 г. в отделении хирургии печени и поджелудочной железы на-

ходилось 26 пациентов, у которых при планировании расширенной резекции печени анатомический объем FLR (aFLR) был меньше 30%. По современным стандартам лечения это является показанием к двухэтапному вмешательству. На первом этапе проводят эмболизацию правой ветви воротной вены (ЭПВВВ), на втором – резекцию при условии формирования викарной гипертрофии и увеличения aFLR до 30% и более. В период с 2008 по 2014 г. двухэтапное лечение применили 15 больным (1-я группа). В предоперационное обследование включали общеклинические методы исследования, определение уровня онкомаркеров (СА 19-9, РЭА, АФП), УЗИ, КТ органов брюшной полости с болюсным контрастированием, КТ органов грудной клетки, по показаниям – скинтиграфию костей скелета. КТ-волюметрию проводили при необходимости выполнения обширной резекции. Резекции трех и более сегментов печени выполняли при объеме aFLR >30%, при наличии сопутствующих заболеваний печени (цирроз, стеатоз, ПХТ в анамнезе) обширную резекцию выполняли при объеме aFLR >40%. Если aFLR был менее указанных величин, проводили двухэтапное лечение с применением на первом этапе ЭПВВВ для развития викарной гипертрофии контрлатеральной доли печени.

С 2015 по 2017 г. при планировании обширной резекции при пограничных значениях aFLR (25–30% при нормальной функции печеночной паренхимы и 35–40% при сниженной функции печеночной паренхимы) учитывали результаты ОФЭКТ/КТ печени. Показанием к проведению двухэтапного лечения был объем функционирующего FLR (fFLR) <30% (2-я группа). Во 2-ю группу включили 11 пациентов.

● Результаты

В 1-й группе у 14 из 15 пациентов отмечена гипертрофия левой доли печени, aFLR превысил 30% от исходного (рис. 1). Средний объем печени после эмболизации правой ветви воротной вены составил 1413 ± 106 см³, средний объем левой доли печени – $487 \pm 56,8$ см³. Гипертрофии левой доли печени не получено у 1 из 15 больных. У 4 из 15 больных при КТ отмечено прогрессирование заболевания в виде появления новых опухолей в левой доле печени, что стало противопоказанием к операции. Оперировано 10 из 15 больных. У 1 из 15 больных при интраоперационном УЗИ выявлены новые опухоли в левой доле печени. Радикальное хирургическое лечение выполнено 9 из 15 больных: расширенная правосторонняя гемигепатэктомия (РПГГЭ) – 5, правосторонняя гемигепатэктомия (ПГГЭ) – 4. Острая послеоперационная печеночная недостаточность развилась в 1 наблюдении, устранена консервативной терапией (класс А по ISGLS). Умерла 1 (11,1%) пациентка на 14-е сутки после операции от острого нарушения мозгового кровообращения.

Во 2-й группе у 11 больных aFLR имел пограничные значения. У 5 из 11 больных по данным ОФЭКТ/КТ печени объем fFLR был 30% и больше (рис. 2). Этим больным выполнена резекция печени: ПГГЭ – 3 пациентам, РПГГЭ – 2. По данным ОФЭКТ/КТ печени у 6 из 11 больных объем функционирующей паренхимы в остающейся части был <30% (рис. 3). Учитывая пограничное значение aFLR, низкую функциональную активность остающейся части печени (fFLR < 30%), этим больным осуществили двухэтапное лечение с проведением на первом этапе ЭПВВВ с последующим оперативным

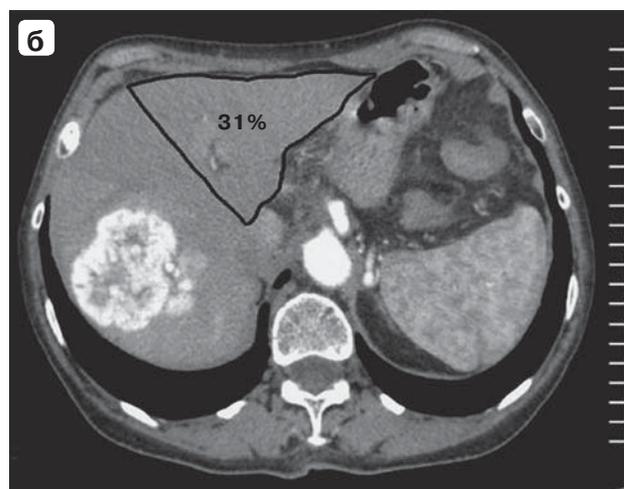
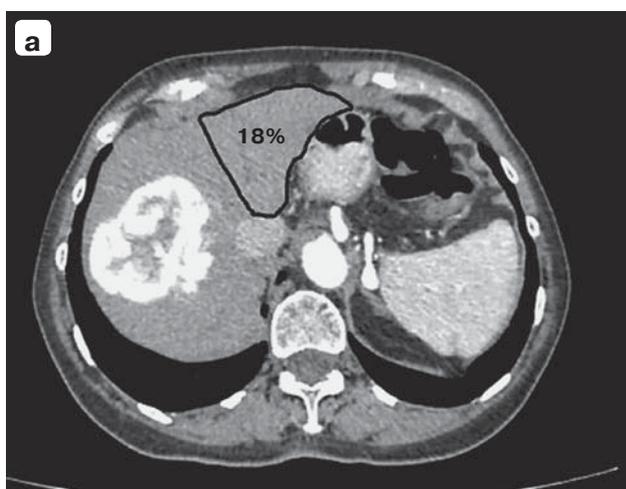


Рис. 1. Компьютерные томограммы. Гепатоцеллюлярный рак, стадия А по BCLC, T2N0M0: а – состояние печени до эмболизации правой ветви воротной вены, объем aFLR 18%; б – состояние печени после эмболизации правой ветви воротной вены, объем aFLR 30–31%.

Fig. 1. CT-scan. Hepatocellular carcinoma, BCLC stage A, T2N0M0: а – prior to right portal branch embolization, aFLR 18%; б – after right portal branch embolization, aFLR 30–31%.

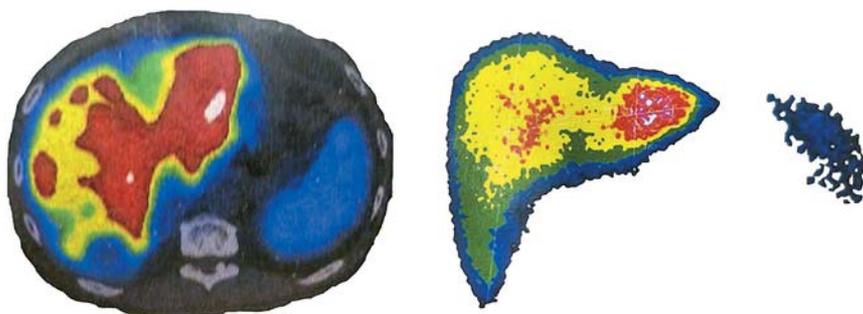


Рис. 2. Однофотонная эмиссионная компьютерная томограмма. Умеренно дифференцированная аденокарцинома сигмовидной кишки T3N1M0. Состояние после резекции сигмовидной кишки (апрель 2015 г.), после 6 курсов ПХТ. Прогрессирование заболевания. Метастатическое поражение печени N2mb по Gennari. Объем fFLR 36%.

Fig. 2. SPECT-scan. Moderately differentiated adenocarcinoma of sigmoid colon T3N1M0. State after sigmoid colon resection (April 2015), after 6 courses of PCT. Progression of the disease. Liver metastases Gennari N2mb. fFLR 36%.

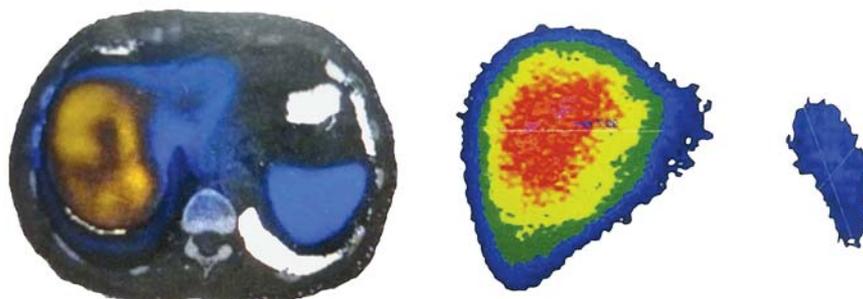


Рис. 3. Однофотонная эмиссионная компьютерная томограмма. Высокодифференцированная аденокарцинома сигмовидной кишки T3N1M1. Метастатическое поражение печени N2mb по Gennari. Состояние после обструктивной резекции сигмовидной кишки (август 2013 г.), после 24 курсов ПХТ. Частичный ответ по RECIST 1.1. Объем fFLR 22%.

Fig. 3. SPECT-scan. Highly differentiated adenocarcinoma of sigmoid colon T3N1M1. Liver metastases Gennari N2mb. State after obstructive resection of sigmoid colon (August 2013), after 24 courses of PCT. Partial response to RECIST 1.1. fFLR 22%.

вмешательством. У всех больных после ЭПВВВ при контрольной ОФЭКТ/КТ объем fFLR превышал 30%. У 1 из 6 больных отмечено прогрессирование заболевания в левой доле печени. Таким образом, было оперировано 5 из 6 больных: ППГЭ выполнена в 3 наблюдениях, РППГЭ – в 2. Признаков острой пострезекционной печеночной недостаточности и летальных исходов в этой группе не было.

● Обсуждение

До недавнего времени резектабельность первичного рака печени и метастазов в печень находилась на уровне 20% [18–20]. Развитие хирургической техники, хирургического инструментария, методов кровосбережения, анестезиологической службы, успехи системной химиотерапии позволили увеличить резектабельность до 40–50% [21]. Однако агрессивная химиотерапия негативно влияет на функциональные свойства печеночной паренхимы, что может привести к развитию острой пострезекционной печеночной недостаточности у больных этой категории, нередко с летальным исходом. Этим диктуется

необходимость определения функциональной активности печени на предоперационном этапе.

КТ-волюметрия не позволяет судить о функциональной активности паренхимы печени и степени ее нарушения на фоне сопутствующих заболеваний [21]. Широко используемый клиренс-тест элиминации индоциана зеленого имеет существенный недостаток – он позволяет получить представление о функциональной активности всей печеночной паренхимы без уточнения преимущественной локализации наиболее активной паренхимы [21]. Тот же недостаток имеет и дыхательный тест (LiMAx). Кроме того, возможны ложноположительные результаты в зависимости от курения, питания, гемодиализа, гемодинамики больного. Новым и перспективным методом оценки функциональной активности печеночной паренхимы является ОФЭКТ/КТ, применение которой позволяет оценить функциональную активность остающейся части паренхимы печени после предполагаемой резекции (FLR).

При достаточных объемных характеристиках (КТ-волюметрия), но низкой функциональной

активности FLR необходимо применять двухэтапное хирургическое лечение с применением на первом этапе химиоэмболизации ветви воротной вены для викарной гипертрофии контрлатеральной доли печени. Такой подход позволяет выявить до операции больных с высоким риском пострезекционной печеночной недостаточности и применить им двухэтапное лечение, что в конечном итоге позволяет уменьшить послеоперационную летальность, связанную с развитием острой пострезекционной печеночной недостаточности. Полученные результаты соответствуют данным немногочисленных исследований, в которых показано, что ОФЭКТ/КТ в прогнозе пострезекционной печеночной недостаточности имеет чувствительность 91% и специфичность 81% [21].

● Заключение

В результате проведенного исследования у 45% больных выявлено несоответствие между анатомическим и функциональным объемом остающейся паренхимы печени при планировании резекции трех и более сегментов. Таким образом, применение на дооперационном этапе ОФЭКТ/КТ больным с пограничными значениями aFLR позволяет дифференцированно подходить к выбору между одно- или двухэтапным лечением. С одной стороны, это позволяет уменьшить риск развития острой пострезекционной печеночной недостаточности и послеоперационную летальность, с другой – избежать “напрасных” эндоваскулярных вмешательств, сопряженных с увеличением времени хирургического лечения, риском прогрессирования заболевания, развитием послеоперационных осложнений.

Участие авторов

Шабунин А.В. – сформулировал идею применения ОФЭКТ/КТ для определения объема функционирующей паренхимы печени, выполнил часть резекционных вмешательств на печени, провел организационную работу для внедрения данного метода исследования в лечебную практику.

Белоусова А.П. – провела обзор литературы, посвященной данной тематике, проводила КТ-волюметрию для всех пациентов, проводила динамическое наблюдение за больными, ассистировала на резекционных вмешательствах.

Греков Д.Н. – участвовал в формулировке идеи применения ОФЭКТ/КТ для определения объема функционирующей паренхимы печени, выполнил часть резекционных вмешательств на печени.

Дроздов П.А. – ассистировал на большинстве резекционных вмешательств, лечащий врач большинства больных, оформление статьи.

● Список литературы

1. Rahbari N.N., Reissfelde C., Koch M., Elbers H., Striebel F., Büchler M.W., Weitz J. The predictive value of postoperative clinical risk scores for outcome after hepatic resection: a validation analysis in 807 patients. *Ann. Surg. Oncol.* 2011; 18 (13): 3640–3649. DOI: 10.1245/s10434-011-1829-6.
2. Colle I., Verhelst X., Vanlander A.U.D.E., Geerts A., Vlierberghe H.V., Berrevoet F., Troisi R.I. Pathophysiology and management of post resection liver failure. *Acta Chir. Belg.* 2013; 113 (3): 155–161.
3. Komori K., Nagino M., Nimura Y. Hepatocyte morphology and kinetics after portal vein embolization. *Br. J. Surg.* 2006; 93 (6): 745–751.
4. Liu Z., Zhou Y., Zhang P., Qin H. Meta-analysis of the therapeutic effect of hepatectomy versus radiofrequency ablation for the treatment of hepatocellular carcinoma. *Surg. Laparosc. Endosc. Percutan. Tech.* 2010; 20 (3): 130–140. DOI: 10.1097/SLE.0b013e3181d823df.
5. Wu Y.Z., Li B., Wang T., Wang S.J., Zhou Y.M. Radiofrequency ablation vs hepatic resection for solitary colorectal liver metastasis: a meta-analysis. *World J. Gastroenterol. WJG.* 2011; 17 (36): 4143–4148. DOI: 10.3748/wjg.v17.i36.4143.
6. Wang Y., Luo Q., Li Y., Deng S., Wei S., Li X. Radiofrequency ablation versus hepatic resection for small hepatocellular carcinomas: a meta-analysis of randomized and nonrandomized controlled trials. *PLoS One.* 2014; 9 (1): e84484: 1–18. DOI: 10.1371/journal.pone.0084484.
7. Zhou Y., Lei X., Wu L., Wu X., Xu D., Li B. Outcomes of hepatectomy for noncirrhotic hepatocellular carcinoma: a systematic review. *Surg. Oncol.* 2014; 23 (4): 236–242. DOI: 10.1016/j.suronc.2014.11.001.
8. Гранов Д.А. Трансплантация печени при гепатоцеллюлярном раке. *Практическая онкология.* 2008; 9 (4): 237–240.
9. Патютко Ю.И., Сагайдак И.В., Котельников А.Г., Поляков А.Н., Чучуев Е.С., Пылев А.Л., Шишкина Н.А. Резекция печени: современные технологии при опухолевом поражении. *Анналы хирургической гепатологии.* 2010; 15 (2): 9–17.
10. Петренко К.Н., Полищук Л.О., Гармаева С.В., Скипенко О.Г. Радиочастотная абляция злокачественных новообразований печени. Современное состояние вопроса (обзор литературы). *Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии.* 2007; 2: 10–18.
11. Шабунин А.В., Греков Д.Н., Дроздов П.А. Эмболизация правой ветви воротной вены в лечении больных с метастатическим раком печени. *Анналы хирургической гепатологии.* 2014; 19 (3): 33–39.
12. Шабунин А.В., Каралкин А.В., Греков Д.Н., Дроздов П.А. Гибридные технологии в определении функционирующего объема печени перед обширными резекциями. *Медицинская визуализация.* 2015; 4: 39–45.
13. Manfredi S., Lepage C., Hatem C., Coatmeur O., Faivre J., Bouvier A.M. Epidemiology and management of liver metastases from colorectal cancer. *Ann. Surg.* 2006; 244 (2): 254–259.
14. Inamura H., Sano K., Sugawara Y., Kokudo N., Makuuchi M. Assessment of hepatic reserve for indication of hepatic resection: decision tree incorporating indocyanine green test. *J. HBP Sci.* 2005; 12 (1): 16–22.
15. Stockmann M., Lock J.F., Malinowski M., Niehues S.M., Seehofer D., Neuhaus P. The LiMAx test: a new liver function test for predicting postoperative outcome in liver surgery. *HPB.* 2010; 12 (2): 139–146.

16. Beppu T., Hayashi H., Okabe H., Masuda T., Mima K., Otao R., Chikamoto R., Doi K., Ishiko T., Takamori H., Yoshida M., Shiraishi S., Yamashita Y., Baba H. Liver functional volumetry for portal vein embolization using a newly developed ^{99m}Tc-galactosyl human serum albumin scintigraphy SPECT-computed tomography fusion system. *J. Gastroenterol.* 2011; 46 (7): 938–943. DOI: 10.1007/s00535-011-0406-x.
17. Косых Н.Э., Коваленко В.Л., Гостюшкин В.В., Савин С.З., Литвинов К.А. К вопросу о применении САД-систем в ядерной медицине. Научный электронный архив. URL: <http://econf.rae.ru/article/7101> (дата обращения 12.05. 2015).
18. Патютко Ю.И., Сагайдак И.В., Чучуев Е.С., Гахраманов А.Д., Иванов А.А. Хирургическое лечение первичного рака печени. Русский медицинский журнал. 2008; 16 (27): 197–201.
19. Шабунин А.В., Греков Д.Н., Ракша А.П., Дроздов П.А. Морфологические изменения паренхимы печени после эмболизации правой ветви воротной вены. Российский медико-биологический вестник имени академика И.П. Павлова. 2015; 1: 32–40.
20. Van Lienden K.P., van den Esschert J.W., De Graaf W., Bipat S., Lameris J.S., van Gulik T.M., van Delden O.M. Portal vein embolization before liver resection: a systematic review. *Cardiovasc. Intervent. Radiol.* 2013; 36 (1): 25–34. DOI: 10.1007/s00270-012-0440-y.
21. Yoshida M., Shiraishi S., Sakaguchi F., Utsunomiya D., Tashiro K., Tomiguchi S., Yamashita Y. Fused ^{99m}Tc-GSA SPECT/CT imaging for the preoperative evaluation of postoperative liver function: can the liver uptake index predict postoperative hepatic functional reserve? *Jpn. J. Radiol.* 2012; 30 (3): 255–262. DOI: 10.1007/s11604-011-0041-8.
8. Granov D.A. Liver transplantation for hepatocellular cancer. *Prakticheskaja onkologija.* 2008; 9 (4): 237–240. (In Russian)
9. Patyutko Yu.I., Sagaidak I.V., Kotelnikov A.G., Polyakov A.N., Chuchuev E.S., Pylev A.L., Shishkina N.A. Liver resection: modern technologies in tumor lesion. *Annaly khirurgicheskoy gepatologii = Annals of HPB surgery.* 2010; 15 (2): 9–17. (In Russian)
10. Petrenko K.N., Polischuk L.O., Garmaeva S.V., Skipenko O.G. Radiofrequency ablation of liver malignancies. Current state of the issue (literature review). *Rossiiskij zhurnal gastrojenterologii, gepatologii, koloproktologii.* 2007; 2: 10–18. (In Russian)
11. Shabunin A.V., Grekov D.N., Drozdov P.A. Portal embolization in metastatic liver cancer treatment. *Annaly khirurgicheskoy gepatologii = Annals of HPB surgery.* 2014; 19 (3): 33–39. (In Russian)
12. Shabunin A.V., Karalkin A.V., Grekov D.N., Drozdov P.A. Hybrid technologies in determining of functioning liver volume prior to advanced liver resection. *Medical visualization.* 2015; 4: 39–45. (In Russian)
13. Manfredi S., Lepage C., Hatem C., Coatmeur O., Faivre J., Bouvier A.M. Epidemiology and management of liver metastases from colorectal cancer. *Ann. Surg.* 2006; 244 (2): 254–259.
14. Imamura H., Sano K., Sugawara Y., Kokudo N., Makuuchi M. Assessment of hepatic reserve for indication of hepatic resection: decision tree incorporating indocyanine green test. *J. HBP Sci.* 2005; 12 (1): 16–22.
15. Stockmann M., Lock J.F., Malinowski M., Niehues S.M., Seehofer D., Neuhaus P. The LiMax test: a new liver function test for predicting postoperative outcome in liver surgery. *HPB.* 2010; 12 (2): 139–146.
16. Beppu T., Hayashi H., Okabe H., Masuda T., Mima K., Otao R., Chikamoto R., Doi K., Ishiko T., Takamori H., Yoshida M., Shiraishi S., Yamashita Y., Baba H. Liver functional volumetry for portal vein embolization using a newly developed ^{99m}Tc-galactosyl human serum albumin scintigraphy SPECT-computed tomography fusion system. *J. Gastroenterol.* 2011; 46 (7): 938–943. DOI: 10.1007/s00535-011-0406-x.

● References

1. Rahbari N.N., Reissfelde C., Koch M., Elbers H., Striebel F., Büchler M.W., Weitz J. The predictive value of postoperative clinical risk scores for outcome after hepatic resection: a validation analysis in 807 patients. *Ann. Surg. Oncol.* 2011; 18 (13): 3640–3649. DOI: 10.1245/s10434-011-1829-6.
2. Colle I., Verhelst X., Vanlander A.U.D.E., Geerts A., Vlierberghe H.V., Berrevoet F., Troisi R.I. Pathophysiology and management of post resection liver failure. *Acta Chir. Belg.* 2013; 113 (3): 155–161.
3. Komori K., Nagino M., Nimura Y. Hepatocyte morphology and kinetics after portal vein embolization. *Br. J. Surg.* 2006; 93 (6): 745–751.
4. Liu Z., Zhou Y., Zhang P., Qin H. Meta-analysis of the therapeutic effect of hepatectomy versus radiofrequency ablation for the treatment of hepatocellular carcinoma. *Surg. Laparosc. Endosc. Percutan. Tech.* 2010; 20 (3): 130–140. DOI: 10.1097/SLE.0b013e3181d823df.
5. Wu Y.Z., Li B., Wang T., Wang S.J., Zhou Y.M. Radiofrequency ablation vs hepatic resection for solitary colorectal liver metastasis: a meta-analysis. *World J. Gastroenterol.* WJG. 2011; 17 (36): 4143–4148. DOI: 10.3748/wjg.v17.i36.4143.
6. Wang Y., Luo Q., Li Y., Deng S., Wei S., Li X. Radiofrequency ablation versus hepatic resection for small hepatocellular carcinomas: a meta-analysis of randomized and nonrandomized controlled trials. *PLoS One.* 2014; 9 (1): e84484: 1–18. DOI: 10.1371/journal.pone.0084484.
7. Zhou Y., Lei X., Wu L., Wu X., Xu D., Li B. Outcomes of hepatectomy for noncirrhotic hepatocellular carcinoma: a systematic review. *Surg. Oncol.* 2014; 23 (4): 236–242. DOI: 10.1016/j.suronc.2014.11.001.
17. Косых Н.Э., Коваленко В.Л., Гостюшкин В.В., Савин С.З., Литвинов К.А. By the question of CAD-systems application in nuclear medicine. *Nauchnyj jelektronnyj arhiv.* URL: <http://econf.rae.com/article/7101> (circulation date May 12, 2015). (In Russian)
18. Patyutko Yu.I., Sagaidak I.V., Chuchuev E.S., Gahra-manov A.D., Ivanov A.A. Surgical treatment of primary liver cancer. *Russkij medicinskij zhurnal.* 2008; 16 (27): 197–201. (In Russian)
19. Shabunin A.V., Grekov D.N., Raksha A.P., Drozdov P.A. Morphological changes of liver parenchyma after right portal branch embolization. *Rossiiskij mediko-biologicheskij vestnik imeni akademika I.P. Pavlova.* 2015; 1: 32–40. (In Russian)
20. Van Lienden K.P., van den Esschert J.W., De Graaf W., Bipat S., Lameris J.S., van Gulik T.M., van Delden O.M. Portal vein embolization before liver resection: a systematic review. *Cardiovasc. Intervent. Radiol.* 2013; 36 (1): 25–34. DOI: 10.1007/s00270-012-0440-y.
21. Yoshida M., Shiraishi S., Sakaguchi F., Utsunomiya D., Tashiro K., Tomiguchi S., Yamashita Y. Fused ^{99m}Tc-GSA SPECT/CT imaging for the preoperative evaluation of postoperative liver function: can the liver uptake index predict postoperative hepatic functional reserve? *Jpn. J. Radiol.* 2012; 30 (3): 255–262. DOI: 10.1007/s11604-011-0041-8.

Сведения об авторах [Authors info]

Шабунин Алексей Васильевич – доктор мед. наук, профессор, член-корр. РАН, заведующий кафедрой хирургии РМАНПО, главный врач ГКБ им. С.П. Боткина.

Белоусова Алла Павловна – аспирант кафедры хирургии РМАНПО.

Греков Дмитрий Николаевич – канд. мед. наук, доцент кафедры хирургии РМАНПО, заведующий хирургическим отделением ГКБ им. С.П. Боткина.

Дроздов Павел Алексеевич – врач-хирург отделения хирургии печени и поджелудочной железы ГКБ им. С.П. Боткина.

Для корреспонденции *: Дроздов Павел Алексеевич – 117148, г. Москва, ул. Брусилова, д. 15, кв. 8, Российская Федерация. Тел.: 8-962-985-04-41. E-mail: dc.drozdov@gmail.com

Alexey V. Shabunin – Doct. of Med. Sci., Professor, Corresponding-member of RAS, Head of the Chair of Surgery of Russian Medical Academy of Continuous Postgraduate Education, Chief Physician of the Botkin City Clinical Hospital.

Alla P. Belousova – Postgraduate of the Chair of Surgery, Russian Medical Academy of Continuous Postgraduate Education.

Dmitriy N. Grekov – Cand. of Med. Sci., Associate Professor of the Chair of Surgery of Russian Medical Academy of Continuous Postgraduate Education, Head of the Surgical Department of Botkin City Clinical Hospital.

Pavel A. Drozdov – Surgeon of the Liver and Pancreatic Surgery Department, Botkin City Clinical Hospital.

For correspondence *: Pavel A. Drozdov – Apt. 8, 15, M. Brusilova str., Moscow, 117148, Russian Federation. Phone: 7-962-985-04-41. E-mail: dc.drozdov@gmail.com

Статья поступила в редакцию журнала 30.10.2017.

Received 30 October 2017.