

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

<https://doi.org/10.16931/1995-5464.2021-3-104-111>

Поиск пороговых значений функции и объема будущего остатка печени при обширных резекциях у детей

Ахаладзе Д.Г. *, Рабаев Г.С., Меркулов Н.Н.

ФГБУ “Национальный медицинский исследовательский центр детской гематологии, онкологии и иммунологии им. Дмитрия Рогачева” Министерства здравоохранения Российской Федерации; 117997, Москва, ул. Саморы Машела, д. 1, Российская Федерация

Цель. Изучить взаимосвязь объема и функции будущего остатка печени и определить возможные пороговые значения этих показателей для прогнозирования пострезекционной печеночной недостаточности у детей.

Материал и методы. Проведен ретроспективный анализ лечения 57 пациентов, которым с июля 2017 г. по февраль 2021 г. выполнены обширные резекции печени. До операции выполняли КТ-волюметрию и гепатосцинтиграфию с ^{99}Tc . Пороговыми значениями для объема будущего остатка (FLR-V) считали 25%, для функции (FLR-F) – 2,7 %/мин/м². Пострезекционную печеночную недостаточность оценивали согласно классификации ISGLS и критериям “50/50”. Для выявления факторов риска ее развития использовали метод главных компонент. В корреляционный анализ включены величины максимального значения общего билирубина, а также значения общего билирубина, альбумина, мочевины, протромбинового индекса, МНО и тромбоцитов на 5-е сутки.

Результаты. Печеночную недостаточность наблюдали у 2 пациентов: grade B у пациента с FLR-V 43%, FLR-F 1,8 %/мин/м², grade A у пациента с FLR-V 16,5% и FLR-F 4,78 %/мин/м². Выявлена достоверная статистическая связь средней силы FLR-F и FLR-V (η Пирсона = 0,409; $p < 0,01$). Однако прямое попарное сопоставление при включении в анализ лабораторных показателей не выявило взаимосвязи FLR-F и FLR-V. Анализ методом главных компонент показал, что в течение послеоперационного периода наиболее чувствительными к утрате большого объема паренхимы печени были показатели протромбинового индекса и МНО. FLR-F меньше порогового значения 3 %/мин/м² угрожает развитием послеоперационной печеночной недостаточности, которая в первую очередь будет проявляться расстройством в системе гемостаза.

Заключение. При планировании одноэтапной резекции печени следует ориентироваться не только на будущий объем остатка печени, но и на его функцию. Пороговое значение FLR-V у детей меньше общепринятых 25%, а FLR-F не должна быть меньше 3 %/мин/м². Необходимо дальнейшее накопление опыта.

Ключевые слова: печень, резекция, объем печени, функциональный резерв печени, будущий остаток печени, дети

Ссылка для цитирования: Ахаладзе Д.Г., Рабаев Г.С., Меркулов Н.Н. Поиск пороговых значений функции и объема будущего остатка печени при обширных резекциях у детей. *Анналы хирургической гепатологии*. 2021; 26 (3): 104–111. <https://doi.org/10.16931/1995-5464.2021-3-104-111>.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Search threshold values of future liver remnant function and volume for extensive resections in children

Akhaladze D.G. *, Rabaev G.S., Merkulov N.N.

Dmitry Rogachev National Medical Research Center of Pediatric Hematology, Oncology and Immunology, Ministry of Health of the Russian Federation; 1, Samory Mashela str., 117997, Moscow, Russian Federation

Aim. To evaluate the relationship between the future liver remnant volume and function and determine the possible threshold values of these parameters for predicting posthepatectomy liver failure in children.

Methods. Data of 57 patients who underwent major hepatectomy from July 2017 to February 2021 were retrospectively analyzed. Before surgery all children underwent the CT-volumetry and ^{99}Tc -Mebrofenin hepatobiliary scintigraphy. The threshold values for the future liver volume and function were considered 25%, and 2.7%/min/m², respectively. After surgery the ISGLS and 50–50 criteria for posthepatectomy liver failure were assessed. The principal components method was used to identify risk factors for its development. The correlation analysis included the maximum value of total bilirubin after hepatectomy, as well as the values of total bilirubin, albumin, urea, prothrombin index, international normalized ratio and platelets on the postoperative day 5.

Results. The posthepatectomy liver failure was observed in 2 patients: grade B developed in a patient with FLR-V 43%, FLR-F 1.8%/min/m², grade A in a patient with FLR-V 16.5% and FLR-F 4.78%/min/m². A significant statistical relationship of average strength was revealed between the indicators of FLR-F and FLR-V (Pearson $\eta = 0.409$; $p < 0.01$). However, direct pairwise comparison did not reveal the relationship between future liver remnant volume, function and the laboratory parameters. The principal components analysis showed that during the postoperative period, the prothrombin index and international normalized ratio value were the most sensitive to the large volume of the liver parenchyma loss. The threshold value of FLR-F (3%/min/m²) was calculated. The decrease below this value can lead to posthepatectomy liver failure, which will manifest as a hemostasis disorder.

Conclusion. Planning a one-staged hepatectomy not only the future liver remnant volume should be taken into account, but also its function. The threshold for future liver remnant volume in children is below the generally accepted level 25%. To perform one-stage hepatectomies in such patients, the FLR-F must be at least 2.7%/min/m². The future investigations in this field is warranted.

Keywords: liver, resection, liver volume, future liver remnant function, future liver remnant, children

For citation: Akhaladze D.G., Rabaev G.S., Merkulov N.N. Search threshold values of future liver remnant function and volume for extensive resections in children. *Annaly khirurgicheskoy gepatologii = Annals of HPB surgery*. 2021; 26 (3): 104–111. (In Russian). <https://doi.org/10.16931/1995-5464.2021-3-104-111>.

There is no conflict of interest.

● Введение

Обширная резекция печени остается наиболее распространенной операцией в лечении опухолей печени у детей. В попытках предупредить развитие фатальной пострезекционной печеночной недостаточности при необходимости удаления большей части паренхимы органа хирурги вынужденно выполняют двухэтапные резекции печени, в частности ALPPS (Associating Liver Partition and Portal vein ligation for Staged hepatectomy), которая сопровождается быстрым наступлением гипертрофии будущего остатка печени [1–7]. Поскольку показания к операции у детей были сформулированы по аналогии со взрослыми пациентами, функцию печени и ее будущего остатка (Future Liver Remnant Function, FLR-F) при планировании резекции ранее не исследовали. Литературные данные о развитии пострезекционной печеночной недостаточности у детей отсутствуют, и мы неоднократно ставили под сомнение актуальность известных избранных значений волюметрии (25%) [8, 9]. Основываясь на изучении функционального резерва будущего остатка печени у детей и на полученных результатах, представляется актуальным изучить связь объема (Future Liver Remnant Volume, FLR-V) и функции остатка печени при обширных резекциях и попытаться выявить пороговые значения объема и функции при обширных резекциях печени у детей.

Цель работы — изучить взаимосвязь объема и функции будущего остатка печени и определить возможные пороговые значения этих показателей для прогнозирования пострезекционной печеночной недостаточности у детей.

● Материал и методы

В анализ включены пациенты ФГБУ “НМИЦ детской гематологии, онкологии и иммунологии им. Дмитрия Рогачева” Минздрава России, которым с июля 2017 г. по февраль 2021 г. выполнены

обширные резекции печени по поводу доброкачественных и злокачественных опухолей. Перед операцией всем пациентам выполняли КТ-волюметрию и гепатосцинтиграфию с меченой меченным ⁹⁹Tc [9]. Основываясь на общепринятых критериях [1–5, 10], заимствованных из опыта резекций печени взрослых пациентов, минимальным достаточным объемом будущей культи печени (FLR/TLV) считали 25%, а величину ее функционального резерва — $\geq 2,7 \text{ \%}/\text{мин}/\text{м}^2$ [11]. В послеоперационном периоде оценивали лабораторные и клинические параметры, исходя из критериев пострезекционной печеночной недостаточности ISGLS (International Study Group of Liver Surgery) [12–14] и критериев “50/50” [15]. В анализ включены максимальные значения общего билирубина в послеоперационном периоде, а также общий билирубин, альбумин, мочевины, протромбиновый индекс (ПИ) по Квику, международное нормализованное отношение (МНО) и тромбоциты на 5-е сутки (срок определен согласно критериям “50/50”).

● Результаты

Ретроспективно анализировали данные 57 пациентов — 32 (56%) мальчиков и 25 (44%) девочек, перенесших обширную резекцию печени по поводу новообразований (рис. 1, табл. 1). Возраст детей варьировал от 2 мес до 17 лет (медиана 27 мес), масса тела — от 5,4 до 67 кг (медиана 12,6 кг). Ни один ребенок не имел диффузных болезней печени.

Согласно ISGLS, в послеоперационном периоде печеночную недостаточность наблюдали у 2 (3,5%) пациентов. Летальных исходов не было. Пострезекционная печеночная недостаточность grade B развилась у пациента 13 лет с 3-х суток после расширенной правосторонней гемигепатэктомии: при FLR-V ($S_{I, II, III}$) 43% его функция была недостаточной и FLR-F составил $1,8 \text{ \%}/\text{мин}/\text{м}^2$. Пациент был реабилитирован.

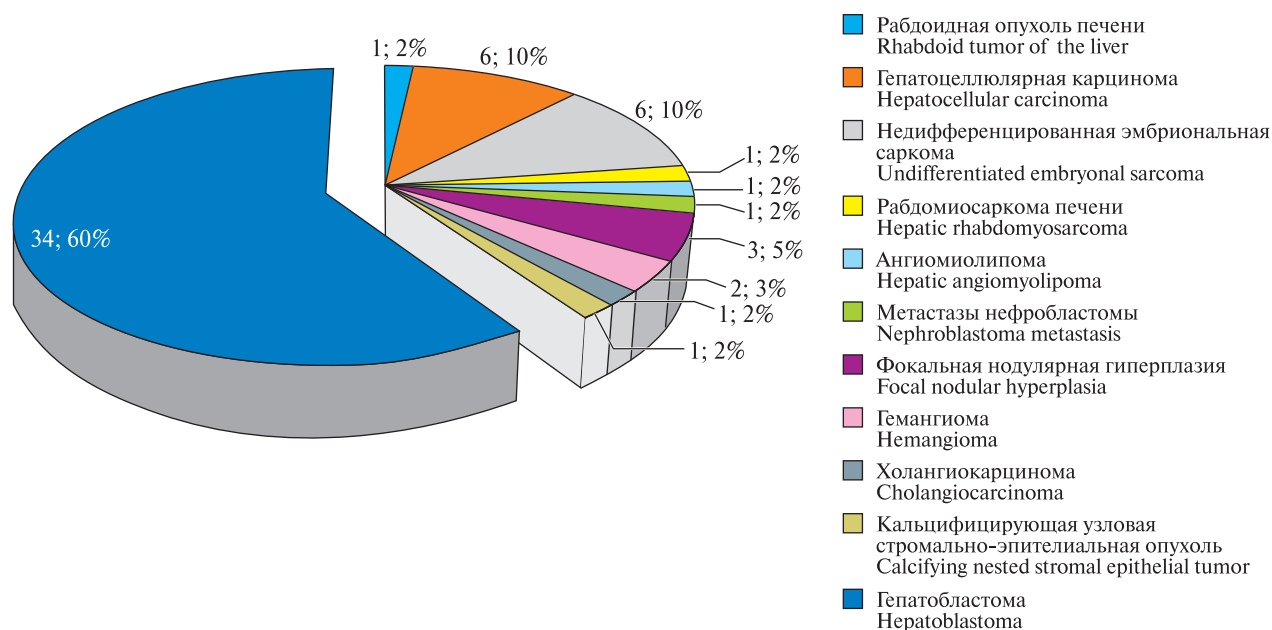


Рис. 1. Диаграмма. Нозологическая характеристика клинических наблюдений.

Fig. 1. Diagram. Tumor types in investigated patients.

Таблица 1. Характеристика оперативных вмешательств

Table 1. Type of surgeries in investigated patients

Оперативное вмешательство	Число наблюдений, абс. (%)
Правосторонняя гемигепатэктомия	9 (16)
Расширенная правосторонняя гемигепатэктомия ALPPS [7]	23 (40,3)
Расширенная левосторонняя гемигепатэктомия	1 (1,7)
Мезогепатэктомия (в том числе в сочетании с другими сегментэктомиями)	11 (19,2)
Трисегментэктомия	6 (10,5)
	7 (12,3)

Другому пациенту двух лет выполнена максимальная по объему удаляемой паренхимы печени резекция с объемом остатка всего 16,5%. Решение выполнить подобную операцию основывалось на достаточном функциональном резерве будущего остатка печени (S_{I-III}) – 4,78 %/мин/м². Ранний послеоперационный период сопровождался кратковременными отклонениями лабораторных параметров от допустимых значений, которые позволили констатировать отсутствие печеночной недостаточности при оценке по системе “50/50”, но укладывались в легкую пострезекционную печеночную недостаточность grade A (ISGLS). Изменения не повлекли клинических проявлений и не требовали медикаментозной коррекции. Адьювантная полихимиотерапия обоим пациентам начата вовремя.

В анализируемой когорте нет наблюдений, в которых бы одновременно присутствовали недостаточные волюметрические и функциональные характеристики FLR. Кроме того, у оперированных пациентов после резекций печени (в том числе обширных) тяжелой печеночной недостаточности тоже не было. В подобных об-

стоятельствах интерес представляет интерпретация имеющихся данных, характеризующих педиатрический контингент больных, а также поиск наиболее чувствительных к уменьшению FLR-V и FLR-F показателей после обширной резекции печени, поскольку применение шкал для взрослых, вероятнее всего, необъективно.

Расчеты проводили с помощью SPSS 21 (IBM, США). На первом этапе построили корреляционную матрицу (табл. 2). На пересечении столбцов и строк матрицы показаны коэффициенты парной корреляции Пирсона. Из табл. 2 следует, что есть достоверная статистическая связь средней силы между FLR-F и FLR-V ($\eta = 0,409$; $p < 0,01$). При прямом попарном сопоставлении связь между показателями функции и объема будущего остатка печени с включенными в анализ лабораторными показателями его функции не выявлена. Кроме того, уровень билирубина на 5-й день после операции достоверно связан с максимальным уровнем билирубина ($\eta = 0,616$; $p < 0,001$), МНО ($\eta = 0,351$; $p = 0,009$) и альбумина ($\eta = 0,461$; $p < 0,001$). Наблюдали обратную связь с уровнем протромбина ($\eta = -0,367$;

Таблица 2. Корреляционная матрица; коэффициенты парной корреляции Пирсона (η)**Table 2.** Correlation matrix. Pearson's correlation coefficient (η)

		FLR-V	FLR-F	Били- рубин	Билирубин тах	ПИ	Мочевина	МНО	Тромбо- циты	Альбумин
FLR-V	η	1	<u>.409</u>	-.074	-.229	.099	-.151	-.141	.069	-.019
	p		<u>.002</u>	.595	.092	.475	.271	.310	.620	.889
FLR-F	η	.409	1	-.194	-.244	.209	-.014	-.219	.078	.179
	p	.002		.165	.078	.132	.923	.115	.578	.200
Билирубин	η	-.074	0	1.000	<u>.616</u>	<u>-.367</u>	.026	<u>.351</u>	-.204	<u>.461</u>
	p	.595	.165		<u>.000</u>	<u>.006</u>	.854	<u>.009</u>	.139	<u>.000</u>
Билирубин тах	η	-.229	0	.616	1.000	-.156	<u>.270</u>	.148	-.094	.263
	p	.092	.078	.000		.261	<u>.046</u>	.286	.501	.053
ПИ	η	.099	0	-.367	-.156	1.000	.047	<u>-.929</u>	.237	-.073
	p	.475	.132	.006	.261		.735	<u>.000</u>	.084	.598
Мочевина	η	-.151	0	.026	.270	.047	1.000	-.116	-.106	.279
	p	.271	.923	.854	.046	.735		.403	.445	.039
МНО	η	-.141	0	.351	.148	-.929	-.116	1.000	-.277	.057
	p	.310	.115	.009	.286	.000	.403		.042	.685
Тромбо- циты	η	.069	0	-.204	-.094	.237	-.106	-.277	1.000	-.229
	p	.620	.578	.139	.501	.084	.445	.042		.096
Альбумин	η	-.019	0	.461	.263	-.073	.279	.057	-.229	1.000
	p	.889	.200	.000	.053	.598	.039	.685	.096	

Примечание: все лабораторные параметры изучены на 5-е сутки после операции; силу корреляции оценивали по шкале Чеддока, где $0 < |\eta| < 0,33$ – слабая связь; $0,33 < |\eta| < 0,66$ – связь средней силы; $0,66 < |\eta| < 1$ – сильная статистическая связь.

$p < 0,01$). Уровень протромбина был обратно связан с показателем МНО ($\eta = -0,929$; $p < 0,001$). Максимальный уровень билирубина слабо коррелирует с содержанием мочевины на 5-е сутки после операции ($\eta = 0,27$; $p < 0,05$).

Для выявления факторов, дающих наибольший вклад в развитие послеоперационной печеночной недостаточности у детей, использовали

Таблица 3. Коэффициенты оценок компонент. Чувствительность лабораторных показателей в развитии пострезекционной печеночной недостаточности у детей**Table 3.** Components core coefficients. The sensitivity of laboratory tests in the “development” of posthepatectomy liver failure in children

Показатель на 5-й день после операции	Компонента PC1
Билирубин	-.025
Билирубин максимальный	-.084
Протромбин	-.557
Мочевина	.076
МНО	.524
Тромбоциты	.088
Альбумин	-.029

метод главных компонент (Principal Components Analysis, PCA). Процедуру главных компонент (метод вращения Варимакс, нормализация Кайзера) в настоящей работе выполнили для избранных переменных: общего билирубина, альбумина, мочевины, ПИ, МНО, тромбоцитов, а также максимального уровня общего билирубина на 5-е сутки после операции. Эти показатели представляются актуальными в оценке функции печени как у взрослых, так и у детей. Основываясь на начальном собственном значении >2 , выделили первую главную компоненту PC1, объясняющую 34,1% дисперсии показателей.

Матрица коэффициентов оценок позволяет определить долю и взаимную направленность воздействия каждой из переменных в развитии послеоперационной печеночной недостаточности (табл. 3).

Таким образом, PC1 включает показатели (по убыванию): ПИ, МНО, тромбоциты, билирубин, мочевина, альбумин. Значение PC1 = 0,7 позволяет выделить когорты пациентов с достоверно более и менее благоприятным течением послеоперационного периода с точки зрения протромбина и МНО (рис. 2а, б).

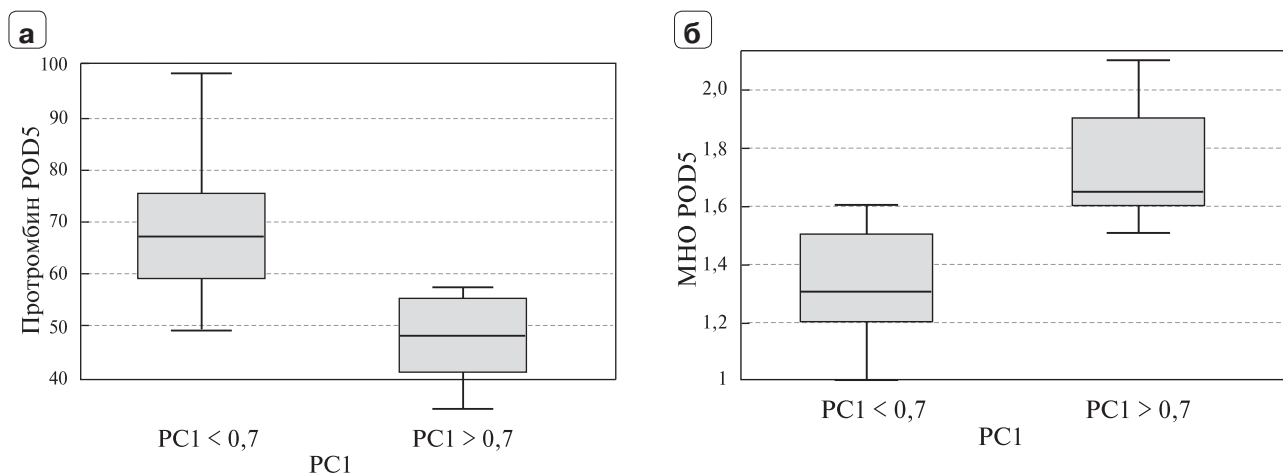


Рис. 2. Диаграмма. Послеоперационные показатели: **а** – ПИ; **б** – МНО. При PC1 > 0,7 уровень ПИ составляет 59–75%, медиана 67%, при PC1 < 0,7 – 41–55%, медиана 48,5%; при PC1 > 0,7 МНО составляет 1,2–1,5%, медиана 1,3%, при PC1 < 0,7 – 1,6–1,9%, медиана 1,65%.

Fig. 2. Diagram. Postoperative levels: **a** – prothrombin; **б** – INR. PC1 > 0.7 prothrombin level was 59–75%, median 67%, PC1 < 0.7 – 41–55%, median 48.5%; PC1 > 0.7 INR was 1.2–1.5%, median 1.3%, PC1 < 0.7 – 1.6–1.9%, median 1.65%.

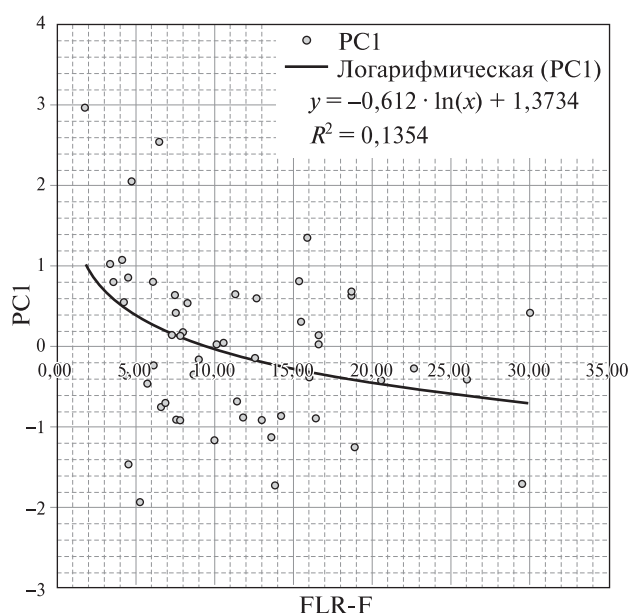


Рис. 3. Диаграмма. Зависимость PC1 от FLR-F (логарифмическая функция).

Fig. 3. Diagram. Relation between PC-1 and FLR-F (logarithmic function).

Корреляционный анализ выявил слабую, но достоверную связь между PC1 и FLR-F ($\eta = -0,274$, $p < 0,05$). Связь между FLR-F и PC1 аппроксимировали при помощи логарифмической функции (1) (рис. 3):

$$f(x) = -0,612 \cdot \ln(x) + 1,373 \quad (1)$$

Подставив в уравнение значение PC1 = 0,7, разделяющее кластеры прогноза послеоперационной печеночной функции, вычислили, что ему соответствует значение $f(x) = 3$; следовательно, это значение следует считать пороговым для FLR-F.

Обсуждение

Согласно данным литературы, пороговые значения объемных характеристик будущего остатка печени (FLR/TLV) у детей составляют 25% и заимствованы из опыта резекций печени взрослым пациентам со здоровой паренхимой [1, 3–5, 10]. Данные об изучении функционального резерва FLR при планировании обширной резекции у детей отсутствуют. В связи с этим в 2017 г. начали изучать эти показатели самостоятельно. В качестве порогового значения приняли известную во “взрослой” хирургической гепатологии величину 2,7 %/мин/м² [11].

Получили собственные результаты гепатосцинтиграфии. Пострезекционная печеночная недостаточность развилась только у 2 пациентов из 57. Данные литературы свидетельствовали об отсутствии серьезного токсического воздействия химиопрепаратов, алиментарного фактора и стеатоза на паренхиму печени. Изложенное позволило предположить, что значения FLR-V и FLR-F у детей могут быть меньше экстраполированных из хирургии печени взрослых больных. Известно, что регенерация печени у детей, перенесших обширные резекции, наступает быстро, даже несмотря на введение цитотоксических препаратов и облучение [16, 17]. Для математического поиска пороговых значений функции и объема культи печени ребенка были использованы описанные методы медицинской статистики.

Корреляционный анализ показал, что больший объем FLR ассоциирован с увеличением ее функционального резерва. С другой стороны, оба параметра не позволяют напрямую прогнозировать изменение какого-либо из исследуемых клинико-лабораторных показателей послеоперационной печеночной функции. Эти пока-

затели в значительной мере взаимосвязаны, поэтому целесообразным представляется комплексный факторный анализ всех послеоперационных биомаркеров. Анализ методом главных компонент показал, что порядка трети различий в течении послеоперационного периода объясняется нарушениями в системе гемостаза, то есть изменениями ПИ и МНО, в меньшей степени — показателями уровня тромбоцитов, билирубина, мочевины и альбумина. Все эти показатели объединены в одну главную компоненту PC1, причем значение PC1 > 0,7 характеризует клинически значимое уменьшение ПИ и увеличение МНО. Поскольку показатель FLR-F оказался достоверно связан с PC1, стало возможным вычислить пороговое значение FLR-F, меньше которого можно предположить развитие послеоперационной печеночной недостаточности — в первую очередь она будет проявляться расстройством системы гемостаза. В обследованной группе пациентов это значение составляет 3 %/мин/м². Оно согласуется с данными W. deGraaf и соавт. [11] и на текущем этапе при анализе существующих данных не позволяет вычислить принципиально отличное от взрослых пациентов пороговое значение функции для детей. Поскольку FLR-V в значительной мере связан с FLR-F, этот показатель может стать ценным дополнительным маркером прогноза печеночной функции у детей, однако определение его прогностической значимости требует дальнейшего расширения выборки.

Ограничением исследования является малое число пациентов, показатели функции и объема будущего остатка печени которых были бы меньше допустимых значений. Отсутствие контрольной группы, в которую могли бы быть включены пациенты с тяжелой печеночной недостаточностью, не позволяет найти характерные для детей пороговые показатели объема FLR.

● Заключение

Порогом численного значения функции будущего остатка печени у детей, аналогично взрослым пациентам, можно считать 2,7 %/мин/м². Для определения пороговых значений объема (FLR/TLV) у детей необходимы дальнейшие исследования, однако при достаточном функциональном резерве он может быть меньше принятого для взрослых пациентов значения 25%.

Участие авторов

Ахаладзе Д.Г. — разработка дизайна статьи, написание текста, обработка данных, утверждение окончательного варианта статьи.

Рабеев Г.С. — разработка дизайна статьи, сбор и обработка данных.

Меркулов Н.Н. — сбор данных для публикации, составление таблиц.

Authors participation

Akhaladze D.G. — design of the study, writing text, analysis of data, approval of the final version of the article.

Rabaev G.S. — design of the study, collection and analysis of data.

Merkulov N.N. — data collection, tabulation.

● Список литературы

1. Chan A., Chung P.H., Poon R.T.P. Little girl who conquered the "ALPPS". *World J. Gastroenterol.* 2014; 20 (29): 10208–10211. <https://doi.org/10.3748/wjg.v20.i29.10208>
2. Сидоров Д.В., Рябов А.Б., Врублевский С.Г., Трунов В.О., Ложкин М.В., Глазунов А.А., Горохов Д.В., Мордвин П.А., Манукян С.Р., Гурзо Ю.Д. Двухэтапная резекция печени (ALLPS) у ребенка с гигантской эмбриональной саркомой. *Детская хирургия.* 2017; 21 (1): 47–50. <http://dx.doi.org/10.18821/1560-9510-2017-21-1-47-50>
3. Hong J.C., Kim J., Browning M., Wagner A., Lerret S., Segura A.D., Zimmerman M.A. Modified associating liver partition and portal vein ligation for staged hepatectomy for hepatoblastoma in a small infant. *Ann. Surg.* 2017; 266: e16–e17. <https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000002217>
4. Xu Z.L., Wang L., Fan W., Hao Z., Li C. ALPPS for hepatic mesenchymal hamartoma in an infant. *JPS Case Reports.* 2018; 37: 70–73. <https://doi.org/10.1016/j.jepsc.2018.07.023>
5. Ruiz Figueroa E.F., Fernández-Placencia R.M., Berrospi E.F.E., Gomez H.F., Chávez P.I.K. Monosegmental ALPPS: a long-term survival alternative to liver transplant in PRETEXT IV hepatoblastoma. *J. Surg. Case Rep.* 2019; 2019 (5): rjz144. <https://doi.org/10.1093/jscr/rjz144>
6. Wu Y., Zeng L., Qiu R., Zhang J., Su J., Liao M., Deng X. Two-stage laparoscopic resection of giant hepatoblastoma in infants combined with liver partial partition and artery ligation. *World J. Surg. Oncol.* 2021; 19 (1): 63. <https://doi.org/10.1186/s12957-021-02156-y>
7. Akhaladze D., Uskova N., Rabaev G., Kachanov D., Grachev N. A minimally invasive first stage of ALPPS for hepatoblastoma in a child. *Ann. Hepatobiliary Pancreat. Surg.* 2020; 24 (3): 352–356. <https://doi.org/10.14701/ahbps.2020.24.3.352>
8. Ахаладзе Д.Г. Оправдана ли операция ALPPS у детей? *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова.* 2021; 2: 101–105. <https://doi.org/10.17116/hirurgia2021021101>
9. Ликарь Ю.Н., Ахаладзе Д.Г., Румянцев А.Г. Гепатобилиарная сцинтиграфия в предоперационной оценке функции планируемого остатка печени (обзор литературы и собственные примеры). *Российский журнал детской гематологии и онкологии (РЖДГиО).* 2020; 7 (1): 62–69. <https://doi.org/10.21682/2311-1267-2020-7-1-62-69>
10. Perilongo G., Maibach R., Shafford E., Brugieres L., Brock P., Morland B., de Camargo B., Zsiros J., Roebuck D., Zimmermann A., Aronson D., Childs M., Widing E., Laithier V., Plaschkes J., Pritchard J., Scopinaro M., MacKinlay G., Czauderna P. Cisplatin versus cisplatin plus doxorubicin for standard-risk hepatoblastoma. *N. Engl. J. Med.* 2009; 361 (17): 1662–1670. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa0810613>
11. deGraaf W., van Lienden K.P., Dinant S., Roelofs J.J., Busch O.R., Gouma D.J., Bennink R.J., van Gulik T.M. Assessment of future remnant liver function using hepatobiliary scintigraphy in patients undergoing major liver resection. *J. Gastrointest. Surg.* 2010; 14 (2): 369–378. <https://doi.org/10.1007/s11605-009-1085-2>

12. Wakabayashi H., Ishimura K., Okano K., Karasawa Y., Goda F., Maeba T., Maeta H. Application of preoperative portal vein embolization before major hepatic resection in patients with normal or abnormal liver parenchyma. *Surgery*. 2002; 131 (1): 26–33. <https://doi.org/10.1067/msy.2002.118259>
13. Rahbari N.N., Garden O.J., Padbury R., Brooke-Smith M., Crawford M., Adam R., Koch M., Makuuchi M., Dematteo R.P., Christophi C., Banting S., Usatoff V., Nagino M., Maddern G., Hugh T.J., Vauthey J.N., Greig P., Rees M., Yokoyama Y., Fan S.T., Nimura Y., Figueras J., Capussotti L., Büchler M.W., Weitz J. Posthepatectomy liver failure: a definition and grading by the International Study Group of Liver Surgery (ISGLS). *Surgery*. 2011; 149 (5): 713–724. <https://doi.org/10.1016/j.surg.2010.10.001>
14. Balzan S., Belghiti J., Farges O., Ogata S., Sauvanet A., Delefosse D., Durand F. The “50-50 criteria” on postoperative day 5: an accurate predictor of liver failure and death after hepatectomy. *Ann. Surg.* 2005; 242 (6): 824–828, discussion 828–829. <https://doi.org/10.1097/01.sla.0000189131.90876.9e>
15. Wheatley J.M., Rosenfield N.S., Berger L., LaQuaglia M.P. Liver regeneration in children after major hepatectomy for malignancy – evaluation using a computer-aided technique of volume measurement. *J. Surg. Res.* 1996; 61 (1): 183–189. <https://doi.org/10.1006/jsre.1996.0102>
16. Li K., Jiang F., Aizpuru M., Larson E.L., Xie X., Zhou R., Xiang B. Successful management and technical aspects of major liver resection in children: a retrospective cohort study. *Medicine (Baltimore)*. 2021; 100 (6): e24420. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000024420>
17. Yang T., Whitlock R.S., Vasudevan S.A. Surgical management of hepatoblastoma and recent advances. *Cancers (Basel)*. 2019; 11 (12): 1944. <https://doi.org/10.3390/cancers11121944>
1. Chan A., Chung P.H., Poon R.T.P. Little girl who conquered the “ALPPS”. *World J. Gastroenterol.* 2014; 20 (29): 10208–10211. <https://doi.org/10.3748/wjg.v20.i29.10208>
2. Sidorov D.V., Ryabov A.B., Vrublevsky S.G., Trunov V.O., Lozhkin M.V., Glazunov A.A., Gorokhov D.V., Mordvin P.A., Manukyan S.R., Gurzo Yu.D. Two-step resection of the liver (ALLPS) in a child with giant embryonic sarcoma. *Russian Journal of Pediatric Surgery/Detskaya khirurgiya*. 2017; 21 (1): 47–50. <http://dx.doi.org/10.18821/1560-9510-2017-21-1-47-50> (In Russian)
3. Hong J.C., Kim J., Browning M., Wagner A., Lerret S., Segura A.D., Zimmerman M.A. Modified associating liver partition and portal vein ligation for staged hepatectomy for hepatoblastoma in a small infant. *Ann. Surg.* 2017; 266: e16–e17. <https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000002217>
4. Xu Z.L., Wang L., Fan W., Hao Z., Li C. ALPPS for hepatic mesenchymal hamartoma in an infant. *JPS Case Reports*. 2018; 37: 70–73. <https://doi.org/10.1016/j.jpssc.2018.07.023>
5. Ruiz Figueroa E.F., Fernández-Placencia R.M., Berrospi E.F.E., Gomez H.F., Chávez P.I.K. Monosegmental ALPPS: a long-term survival alternative to liver transplant in PRETEXT IV hepatoblastoma. *J. Surg. Case Rep.* 2019; 2019 (5): rjz144. <https://doi.org/10.1093/jscr/rjz144>
6. Wu Y., Zeng L., Qiu R., Zhang J., Su J., Liao M., Deng X. Two-stage laparoscopic resection of giant hepatoblastoma in infants combined with liver partial partition and artery ligation. *World J. Surg. Oncol.* 2021; 19 (1): 63. <https://doi.org/10.1186/s12957-021-02156-y>
7. Akhaladze D., Uskova N., Rabaev G., Kachanov D., Grachev N. A minimally invasive first stage of ALPPS for hepatoblastoma in a child. *Ann. Hepatobiliary Pancreat. Surg.* 2020; 24 (3): 352–356. <https://doi.org/10.14701/ahbps.2020.24.3.352>
8. Akhaladze D.G. Is the ALPPS procedure justified in children? *Pirogov Russian Journal of Surgery = Khirurgiya. Zhurnal imeni N.I. Pirogova*. 2021; (2): 101–105. <https://doi.org/10.17116/hirurgia2021021101>
9. Likar Yu.N., Akhaladze D.G., Rumyantsev 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): 62–69. <https://doi.org/10.21682/2311-1267-2020-7-1-62-69> (In Russian)
10. Perilongo G., Maibach R., Shafford E., Brugieres L., Brock P., Morland B., de Camargo B., Zsiros J., Roebuck D., Zimmermann A., Aronson D., Childs M., Widing E., Laithier V., Plaschkes J., Pritchard J., Scopinaro M., MacKinlay G., Czauderna P. Cisplatin versus cisplatin plus doxorubicin for standard-risk hepatoblastoma. *N. Engl. J. Med.* 2009; 361 (17): 1662–1670. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa0810613>
11. deGraaf W., van Lienden K.P., Dinant S., Roelofs J.J., Busch O.R., Gouma D.J., Bennink R.J., van Gulik T.M. Assessment of future remnant liver function using hepatobiliary scintigraphy in patients undergoing major liver resection. *J. Gastrointest. Surg.* 2010; 14 (2): 369–378. <https://doi.org/10.1007/s11605-009-1085-2>
12. Wakabayashi H., Ishimura K., Okano K., Karasawa Y., Goda F., Maeba T., Maeta H. Application of preoperative portal vein embolization before major hepatic resection in patients with normal or abnormal liver parenchyma. *Surgery*. 2002; 131 (1): 26–33. <https://doi.org/10.1067/msy.2002.118259>
13. Rahbari N.N., Garden O.J., Padbury R., Brooke-Smith M., Crawford M., Adam R., Koch M., Makuuchi M., Dematteo R.P., Christophi C., Banting S., Usatoff V., Nagino M., Maddern G., Hugh T.J., Vauthey J.N., Greig P., Rees M., Yokoyama Y., Fan S.T., Nimura Y., Figueras J., Capussotti L., Büchler M.W., Weitz J. Posthepatectomy liver failure: a definition and grading by the International Study Group of Liver Surgery (ISGLS). *Surgery*. 2011; 149 (5): 713–724. <https://doi.org/10.1016/j.surg.2010.10.001>
14. Balzan S., Belghiti J., Farges O., Ogata S., Sauvanet A., Delefosse D., Durand F. The “50-50 criteria” on postoperative day 5: an accurate predictor of liver failure and death after hepatectomy. *Ann. Surg.* 2005; 242 (6): 824–828, discussion 828–829. <https://doi.org/10.1097/01.sla.0000189131.90876.9e>
15. Wheatley J.M., Rosenfield N.S., Berger L., LaQuaglia M.P. Liver regeneration in children after major hepatectomy for malignancy – evaluation using a computer-aided technique of volume measurement. *J. Surg. Res.* 1996; 61 (1): 183–189. <https://doi.org/10.1006/jsre.1996.0102>
16. Li K., Jiang F., Aizpuru M., Larson E.L., Xie X., Zhou R., Xiang B. Successful management and technical aspects of major liver resection in children: a retrospective cohort study. *Medicine (Baltimore)*. 2021; 100 (6): e24420. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000024420>
17. Yang T., Whitlock R.S., Vasudevan S.A. Surgical management of hepatoblastoma and recent advances. *Cancers (Basel)*. 2019; 11 (12): 1944. <https://doi.org/10.3390/cancers11121944>

References

Сведения об авторах [Authors info]

Ахаладзе Дмитрий Гурамович — канд. мед. наук, заведующий отделом торакоабдоминальной хирургии ФГБУ “НМИЦ детской гематологии, онкологии и иммунологии им. Дмитрия Рогачева” Минздрава России. <https://orcid.org/0000-0002-1387-209X>. E-mail: d.g.akhaldze@gmail.com

Рабеев Гавриил Савельевич — врач—детский хирург отделения онкологии и детской хирургии ФГБУ “НМИЦ детской гематологии, онкологии и иммунологии им. Дмитрия Рогачева” Минздрава России. <https://orcid.org/0000-0002-5691-2522>. E-mail: rabaevgesha@gmail.com

Меркулов Николай Николаевич — руководитель группы абдоминальной онкохирургии и урологии ФГБУ “НМИЦ детской гематологии, онкологии и иммунологии им. Дмитрия Рогачева” Минздрава России. <https://orcid.org/0000-0003-0404-6420>. E-mail: dr.mernich@yandex.ru

Для корреспонденции:* Ахаладзе Дмитрий Гурамович — 117997, Москва, ул. Саморы Машела, д. 1, Российская Федерация. Тел.: +7-905-587-89-92. E-mail: d.g.akhaldze@gmail.com

Dmitry G. Akhaladze — Cand. of Sci. (Med.), Head of Thoracoabdominal Surgery Department, Dmitry Rogachev National Medical Research Center of Pediatric Hematology, Oncology and Immunology, Ministry of Health of the Russian Federation. <https://orcid.org/0000-0002-1387-209X>. E-mail: d.g.akhaldze@gmail.com

Gavriil S. Rabaev — Pediatric Surgeon of the Department of Pediatric Oncology and Surgery, Dmitry Rogachev National Medical Research Center of Pediatric Hematology, Oncology and Immunology, Ministry of Health of the Russian Federation. <https://orcid.org/0000-0002-5691-2522>. E-mail: rabaevgesha@gmail.com

Nikolay N. Merkulov — Pediatric Surgeon, Head of Abdominal Oncosurgery and Urology Group, Dmitry Rogachev National Medical Research Center of Pediatric Hematology, Oncology and Immunology, Ministry of Health of the Russian Federation. <https://orcid.org/0000-0003-0404-6420>. E-mail: dr.mernich@yandex.ru

For correspondence:* Dmitry G. Akhaladze — 1, Samory Mashela str., Moscow, 117997, Russian Federation. Phone: +7-905-587-89-92. E-mail: d.g.akhaldze@gmail.com

Статья поступила в редакцию журнала 30.04.2021.
Received 30 April 2021.

Принята к публикации 1.06.2021.
Accepted for publication 1 June 2021.