

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

<https://doi.org/10.16931/1995-5464.2023-1-25-32>

Рентгенхирургические вмешательства в профилактике пострезекционной печеночной недостаточности

Мелехина О.В. *, Мусатов А.Б., Кулезнева Ю.В., Ефанов М.Г., Цвиркун В.В., Алиханов Р.Б., Амхадов Э.О., Садыков Б.А., Кантимеров Д.Ф., Сальников К.К.

ГБУЗ “Московский клинический научно-практический центр им. А.С. Логинова”; 111123, Москва, шоссе Энтузиастов, д. 86, Российская Федерация

Цель. Оценка эффективности чрескожного варианта ALPPS как способа профилактики пострезекционной печеночной недостаточности.

Материал и методы. Проведено ретроспективное изучение результатов портоvenозной эмболизации и чрескожного радиочастотного разделения печени с эмболизацией воротной вены при объеме будущего остатка печени <40%. Оценивали степень гипертрофии будущего остатка печени, ее скорость в двух группах. Изучали осложнения манипуляций, частоту пострезекционной печеночной недостаточности.

Результаты. Первым этапом 38 больным выполнена успешная портоvenозная эмболизация, 47 – успешное чрескожное радиочастотное разделение печени с эмболизацией воротной вены. Вторым этапом резекция печени выполнена 27 (71,1%) и 33 (70%) пациентам. Наиболее частым осложнением чрескожного радиочастотного разделения печени с эмболизацией воротной вены было скопление желчи в зоне радиочастотной абляции (13,1%). Частота других осложнений первого этапа не различалась между группами. Не отмечено различий в кровопотере или частоте печеночной недостаточности после второго этапа. Летальных исходов не было. Средняя степень гипертрофии и рост не различались между группами. Среднее время гипертрофии будущего остатка печени после чрескожного радиочастотного разделения паренхимы с эмболизацией воротной вены и портоvenозной эмболизации составило 13 ± 5 и 18 ± 7 дней ($p = 0,008$).

Заключение. Результаты чрескожного радиочастотного разделения печени с эмболизацией воротной вены сопоставимы с результатами портоvenозной эмболизации по безопасности. Радиочастотное разделение паренхимы с эмболизацией воротной вены позволяет быстрее добиться оптимальной гипертрофии будущего остатка печени.

Ключевые слова: печень, обширная резекция, FLR, портоvenозная эмболизация, радиочастотное разделение, PRALPPS, печеночная недостаточность

Ссылка для цитирования: Мелехина О.В., Мусатов А.Б., Кулезнева Ю.В., Ефанов М.Г., Цвиркун В.В., Алиханов Р.Б., Амхадов Э.О., Садыков Б.А., Кантимеров Д.Ф., Сальников К.К. Рентгенхирургические вмешательства в профилактике пострезекционной печеночной недостаточности. *Анналы хирургической гепатологии*. 2023; 28 (1): 25–32. <https://doi.org/10.16931/1995-5464.2023-1-25-32>.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Radiosurgical interventions in the prevention of post-resection liver failure

Melekhina O.V. *, Musatov A.B., Kulezneva Yu.V., Efanov M.G., Tsvirkun V.V., Alikhanov R.B., Amkhadov E.O., Sadykov B.A., Kantimerov D.F., Salnikov K.K.

Moscow Clinical Scientific Center named after A.S. Loginov; 86, Shosse Entuziastov, Moscow, 111123, Russian Federation

Aim. To evaluate the effectiveness of percutaneous ALPPS as a method for preventing post-resection liver failure.

Materials and methods. The methodology involved a retrospective study of the results of portovenous embolization and percutaneous radiofrequency assisted liver partition with portal vein embolization (PRALPPS), in case of the future liver volume <40%. The degree of hypertrophy of the future liver remnant and its rate were assessed in two groups. Complications of manipulation and frequency of postresection hepatic failure were studied.

Results. In the first stage, portovenous embolization was successfully performed in 38 patients and PRALPPS was successfully performed in 47 patients. In the second stage, liver resection was performed in 27 (71.1%) and 33 (70%) patients. The most frequent complication of PRALPPS was bile accumulation in the radiofrequency ablation area (13.1%). The incidence of other complications of the first stage did not differ between groups. No differences in blood loss or incidence of liver failure were reported after the second stage. No fatal outcomes

reported. The mean degree of hypertrophy and growth did not differ between the groups. The mean time of hypertrophy of the future liver remnant after percutaneous radiofrequency assisted partition of the parenchyma with portal vein embolization and portovenous embolization was 13 ± 5 and 18 ± 7 days ($p = 0.008$).

Conclusion. The results of percutaneous radiofrequency assisted liver partition with portal vein embolization are comparable in terms of safety with those of portovenous embolization. Radiofrequency partition of the parenchyma with portal vein embolization enables optimal hypertrophy of the future liver remnant to be achieved faster.

Keywords: liver, extensive resection, FLR, portovenous embolization, radiofrequency assisted partition, PRALPPS, hepatic failure

For citation: Melekhina O.V., Musatov A.B., Kulezneva Yu.V., Efanov M.G., Tsvirkun V.V., Alikhanov R.B., Amkhadov E.O., Sadykov B.A., Kantimerov D.F., Salnikov K.K. Radiosurgical interventions in the prevention of post-resection liver failure. *Annaly khirurgicheskoy gepatologii = Annals of HPB surgery*. 2023; 28 (1): 25–32. <https://doi.org/10.16931/1995-5464.2023-1-25-32> (In Russian)

The authors declare no conflict of interest.

● Введение

Резекция остается стандартом лечения при различных заболеваниях печени. Несмотря на современные достижения в хирургии, анестезиологии и интенсивной терапии, наиболее эффективным методом профилактики пострезекционной печеночной недостаточности (ПРПН) остается обеспечение достаточного объема будущего остатка печени (Future Liver Remnant, FLR) после обширной резекции. Летальность при развитии тяжелых форм ПРПН достигает 75–80% [1]. Для стимуляции гипертрофии FLR применяют портовенозную эмболизацию (ПВЭ), перевязку воротной вены (ПВВ) и ALPPS [2]. ПВВ и ALPPS выполняют открытым или лапароскопическим способом, ПВЭ является мини-инвазивным эндоваскулярным рентгенхирургическим вмешательством. Суть этих методов заключается в окклюзии воротной вены (ВВ) удаляемой части печени, что приводит к ее атрофии и компенсаторной гипертрофии остающегося фрагмента за счет перераспределения кровотока. Метод ALPPS, помимо этого, включает рассечение паренхимы печени по линии будущей резекции, что препятствует образованию междолевых портопортальных шунтов. По данным литературы, среднее время гипертрофии FLR после ALPPS составляет 5–9 сут, после ПВВ и ПВЭ — до 28 сут [3, 4]. В ожидании гипертрофии у 15–25% пациентов происходит прогрессирование онкологического процесса, поэтому сокращение сроков гипертрофии имеет большое значение [5]. Однако, несмотря на короткие сроки гипертрофии, ALPPS связана с большим риском осложнений и послеоперационной летальности, что ограничивает показания к этому варианту стимуляции гипертрофии FLR у больных пожилого возраста с сопутствующими заболеваниями [6].

Цель работы — оценить эффективность чрескожного варианта ALPPS в качестве способа профилактики ПРПН.

● Материал и методы

В МКНЦ им. А.С. Логанова в 2014–2020 гг. выполнено 85 ПВЭ, в 38 наблюдениях дополненных чрескожным радиочастотным разделе-

нием паренхимы печени по срединной фиссуре. В англоязычной литературе метод получил название Percutaneous Radiofrequency Assisted Liver Partition with portal vein Embolization for Staged hepatectomy (PRALPPS) [7]. В совокупности ПВЭ и PRALPPS выполнены 49 женщинам и 36 мужчинам, средний возраст больных варьировал от 29 до 86 лет (60 ± 5 лет). Дооперационное обследование включало МСКТ с внутривенным контрастным усилением для оценки резектабельности опухоли и определения объема FLR. Объем функционирующей паренхимы рассчитывали также на основании данных гепатосцинтиграфии с ^{99}Tc . Характеристика пациентов представлена в табл. 1. Механическая желтуха была у 55 (64,7%) больных, средний уровень билирубинемии до дренирования составил $207 \pm 18,5$ мкмоль/л (42–588). Билиарную декомпрессию осуществляли антеградным наружно-внутренним супрапиллярным дренированием. КТ-волюметрию выполняли для оценки объема FLR, который рассчитывали как долю от общего объема печени по формуле Vauthey [8]. Показанием к вмешательству считали объем FLR <40% по данным КТ-волюметрии и гепатосцинтиграфии. PRALPPS предпринимали, если при УЗИ выявляли достаточное число “трасс” для безопасной абляции по зоне будущей резекции (см. ниже). При их отсутствии вмешательство ограничивали ПВЭ.

Большинству пациентов планировали правостороннюю гемигепатэктомию, 2 больным — расширенную левостороннюю гемигепатэктомию. В соответствии с данными литературы [4, 7, 8], противопоказаниями к обоим вмешательствам считали уровень билирубина >80 мкмоль/л, расширение желчных протоков в культе печени, тромбоз ВВ, клинически значимую портальную гипертензию. При гепатоцеллюлярном раке на первом этапе выполняли трансартериальную химиоэмболизацию. В 3 наблюдениях интервал между процедурами составил 2 недели, у 1 пациента артериальную и портальную эмболизацию выполнили одновременно.

ПВЭ осуществляли под наркозом с портографией в DSA-режиме на остановке дыхания.

Таблица 1. Характеристика пациентов**Table 1.** Patient characteristics

Заболевание	Число наблюдений, абс. (%)			<i>p</i>
	ПВЭ	PRALPPS	всего	
Опухоль Клацкина	24	15	39 (45,8)	0,286
Метастазы колоректального рака	4	9	13 (15,3)	0,053
Холангиоцеллюлярный рак	6	5	11 (12,9)	0,957
Рак желчного пузыря	5	2	7 (8,3)	0,370
Доброкачественные заболевания	5	2	7 (8,3)	0,370
Гепатоцеллюлярный рак	1	3	4 (4,7)	0,211
Альвеококкоз	2	0	2 (2,3)	0,198
Метастазы рака яичника	0	1	1 (1,2)	0,263
Цистаденокарцинома	0	1	1 (1,2)	0,263
Итого:	47	38	85 (100)	—

Ипсилатеральным доступом под контролем УЗИ иглой 18 G осуществляли пункцию сегментарной ветви ВВ. По проводнику 0,035" устанавливали интродьюсер 5 Fr, по которому в вену проводили манипуляционный катетер. Из этой позиции выполняли портографию для уточнения особенностей ангиоархитектоники. Затем канюлировали каждую сегментарную ветвь правой ВВ (рис. 1). По катетеру вводили 5–7 мл 95% этанола с предварительным определением допустимой скорости его введения. Далее выполняли пломбировку ветвей желатиновой губкой и устанавливали спирали в каждую сегментарную ветвь для прекращения кровотока. Завершающим этапом была контрольная обзорная портография и пломбировка чреспеченочного канала.

При PRALPPS для предотвращения формирования портопортальных шунтов выполняли чрескожную радиочастотную абляцию (РЧА) по плоскости будущей резекции печени. Для этого под контролем УЗИ из нескольких доступов устанавливали электроды CoolTip вдоль средин-

ной фиссуры. РЧА паренхимы печени осуществляли на различной глубине — по 3 минуты на каждом уровне с постепенным смещением электрода в сторону капсулы печени (рис. 2). Общее число “трасс” составляло 3–5. По окончании абляции вторым этапом выполняли ПВЭ.

На 1-е и 3-и сутки после вмешательств осуществляли контроль биохимического состава крови и УЗИ для оценки портального и артериального кровотока в печени. Контрольную КТ с волюметрией и гепатосцинтиграфию выполняли на 10–14-е сутки при начальном объеме FLR >30% и на 15–20-е сутки при объеме FLR <30%. Осложнения классифицировали по Clavien–Dindo. Оценку ПРПН проводили в соответствии с рекомендациями ISGLS с использованием двух определений [8, 9]. Первое включает гипербилирубинемия, гипоальбуминемия, увеличение протромбинового времени, повышение концентрации лактата в сыворотке крови и (или) признаки печеночной энцефалопатии. Второе отражает количественные параметры

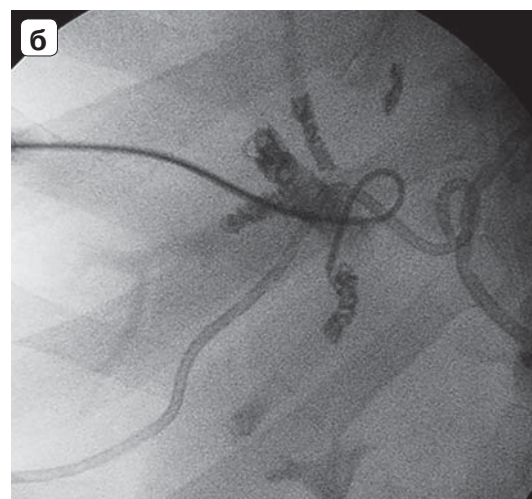
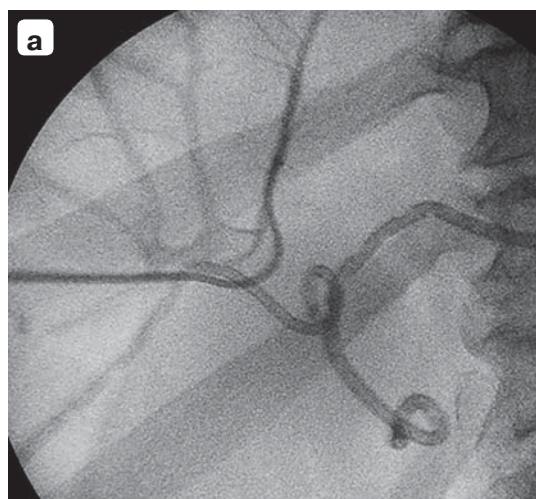


Рис. 1. Портограмма. Канюляция сегментарных ветвей правой ветви ВВ: **а** — ветви VIII сегмента; **б** — ветви VI сегмента.
Fig. 1. Portogram. Cannulation of segmental branches of right branch of portal vein: **a** — segment VIII branches, **b** — segment VI branches.

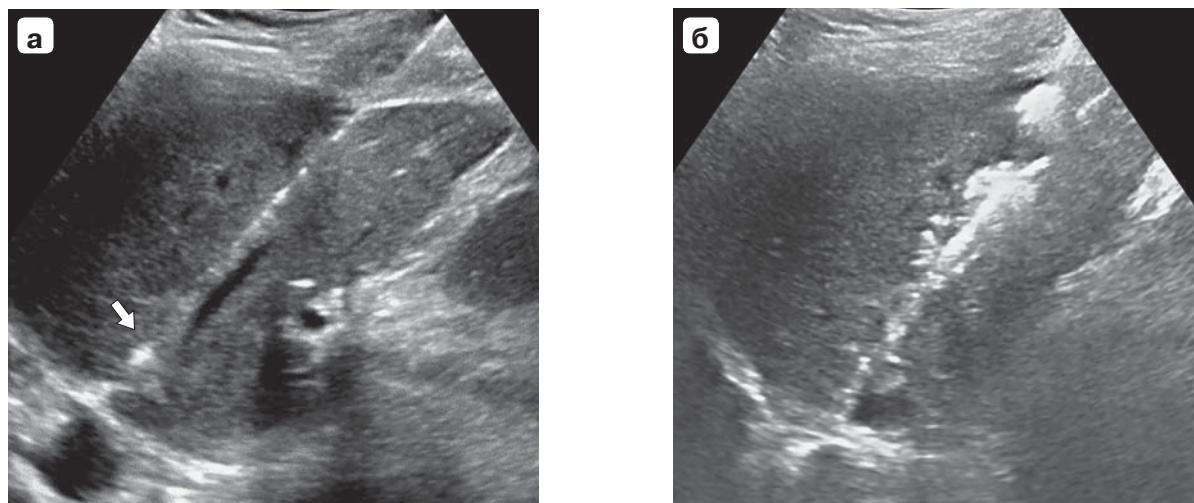


Рис. 2. Ультразвуковая сканограмма. РЧА по линии будущей резекции печени: **а** — электрод (указан стрелкой) установлен вдоль средней печеночной вены; **б** — завершающий этап абляции подкапсульных слоев печени.

Fig. 2. Ultrasound scan. Radiofrequency ablation along the line of future liver resection: **a** — electrode (arrow) is placed along the middle hepatic vein; **b** — final stage of ablation of subcapsular layers of the liver.

ППН: критерий 50–50, который включает уменьшение протромбинового индекса $<50\%$ (выраженного в МНО, норма $<1,7$) и повышение билирубина в сыворотке >50 мкмоль/л на 5-й день после операции.

При статистической обработке непрерывные данные, представленные в виде медиан, сравнивали с применением U-критерия Манна–Уитни. Двусторонний точный критерий Фишера (χ^2) использовали для сравнения категориальных переменных. Различия считали статистически достоверными при $p < 0,05$. Применяли приложение SPSS® 23.0.

● Результаты

Технически ПВЭ и PRALPPS были закончены во всех наблюдениях. Продолжительность ПВЭ составила $65 \pm 5,8$ мин, PRALPPS — $90 \pm 5,7$ мин ($p = 0,0004$) — больше за счет выполнения абляции по будущей плоскости разделения паренхимы печени. Увеличения уровня билирубина после вмешательства не отмечено. Показателем адекватной эмболизации считали

отсутствие портального кровотока и увеличение в 2 раза скоростных показателей по печеночной артерии в эмболизированной доле [8, 9]. Результаты ПВЭ и PRALPPS показаны в табл. 2. Не получено отличий по параметрам, отражающим выраженность гипертрофии. Обе процедуры продемонстрировали сопоставимую эффективность по конечному результату вмешательства. Отличия заключались в сроках гипертрофии.

Интраоперационных осложнений при ПВЭ и PRALPPS не было. Осложнения после ПВЭ и PRALPPS развились в 12 (14%) наблюдениях. Осложнения, связанные собственно с рентгенхирургическим вмешательством, чаще наблюдали после PRALPPS ($p = 0,004$), в основном — последствия РЧА (табл. 3). При внутрибрюшном кровотечении из зоны доступа в 1 наблюдении выполнена лапароскопическая ревизия брюшной полости с коагуляцией места прокола капсулы печени электродом для РЧА, в остальных наблюдениях кровотечение было остановлено консервативными мероприятиями. Для контроля рецидива кровотечения в брюшную полость

Таблица 2. Результаты рентгенхирургических вмешательств

Table 2. Results of radiosurgical interventions

Параметр	ПВЭ	PRALPPS	<i>p</i>
Число наблюдений, абс.	47	38	—
Объем FLR при КТ, %	34 ± 6	33 ± 7	0,7
до	44 ± 8	44 ± 8	0,84
после			
Объем FLR при сцинтиграфии, %	31 ± 7	30 ± 8	0,28
до	57 ± 2	60 ± 2	0,9
после			
Прирост FLR при КТ, %	37 ± 23	38 ± 25	0,78
Прирост FLR при сцинтиграфии, %	90 ± 69	99 ± 60	0,9
Степень гипертрофии, %	23 ± 12	25 ± 14	0,632
Время гипертрофии, сут	18 ± 7	13 ± 5	0,008

Таблица 3. Осложнения рентгенхирургических вмешательств

Table 3. Complications of radiosurgical interventions

Осложнение	Число наблюдений, абс. (%)		p
	ПВЭ	PRALPPS	
Тромбоз левой ВВ	—	1 (2,6)	0,263
Тромбоз ствола ВВ	—	1 (2,6)	0,263
Внутрибрюшное кровотечение	1 (2,1)	3 (7,8)	0,211
Скопление желчи, абсцесс в зоне РЧА	—	5 (13,1)	0,010
Тромбоз средней печеночной вены	—	1 (2,6)	0,263
Итого:	1 (2,1)	11 (28,95)	0,004

под контролем УЗИ устанавливали дренаж. У 2 больных развились тромботические осложнения, изменившие тактику лечения. У 1 пациента с метастазами колоректального рака после PRALPPS диагностирован тромбоз левой долевой ветви ВВ с реканализацией ВВ переднего сектора — выполнена резекция заднего сектора печени с интраоперационной РЧА очагов переднего сектора. В другом наблюдении развился пристеночный тромбоз ствола ВВ и верхней брыжеечной вены; проведена тромболитическая терапия, однако при КТ выявлено прогрессирование заболевания; далее проводили химиотерапевтическое лечение. Тромбоз средней печеночной вены в 1 наблюдении вследствие близкого расположения к ней электрода никак не повлиял на тактику дальнейшего лечения. Скопления желчи дренировали под контролем УЗИ. Осложнение не оказало влияния на сроки выполнения второго этапа.

Из 85 пациентов 60 (70,5%) выполнена запланированная гемигепатэктомия; 14 (29,7%) пациентам после ПВЭ и 11 (28,9%) больным, перенесшим RALPPS, планируемый объем не был выполнен. Причинами отказа от второго этапа лечения были интраоперационное изменение диагноза на доброкачественный после срочного гистологического исследования ($n = 2$), прогрессирование заболевания ($n = 9$), тромбоз ВВ после первого этапа ($n = 2$). У 10 больных достаточного увеличения объема FLR не произошло, поэтому 5 из них выполнены экономные резекции. Одному пациенту не удалось уменьшить уровень билирубинемии, несмотря на адекватное дренирование желчных протоков и проведение соответствующей гепатотропной терапии. Еще 1 пациент умер в другом стационаре от COVID-19. Наиболее часто прогрессирование заболевания отмечали у больных раком желчного пузыря (4 из 7 пациентов), опухолью Клацкина (8 из 40) и внутриспеченочным холангиоцеллюлярным раком (3 из 11).

Из 60 пациентов, которым была выполнена обширная резекция печени, ПППН развилась у 15 (25%) и только класса А и В (9 после ПВЭ, 6 после PRALPPS, $p = 1,00$), причем ПППН класса В отмечена у 3 и 1 пациента после ПВЭ и PRALPPS ($p = 0,623$).

● Обсуждение

В настоящее время эмболизация ВВ остается наиболее безопасным и в то же время эффективным методом увеличения объема FLR. Средние сроки гипертрофии после ПВЭ, по данным европейских источников, составляют 4–6 нед [1, 3, 4, 10]. Согласно данным японских авторов, постэмболизационная гипертрофия достигается в меньшие сроки — в среднем за 2–4 недели [10]. Одной из причин отличий в сроках, возможно, являются разные эмболизационные агенты. Достаточно медленное увеличение объема FLR после ПВЭ обусловлено тем, что при этой манипуляции между долями печени развиваются портопортальные шунты, которые существенно замедляют скорость гипертрофии. Более эффективный в отношении сроков и степени гипертрофии печени метод ALPPS в классическом варианте отличается большой травматичностью.

Впервые лапароскопическое разделение паренхимы печени при помощи РЧА по срединной фиссуре с перевязкой ВВ предложили Т.М. Gall и соавт. в 2015 г. для уменьшения первого этапа ALPPS [11]. Метод получил название RALPPS. Группа RALPPS включала только 5 пациентов, но были получены наглядные отличия между методами. Средний прирост объема FLR после RALPPS и ПВЭ составил 62,3 и 24,6% за $55,4 \pm 15,6$ и $21,8 \pm 9,4$ дня. Исследование получило широкий резонанс, в связи с чем в 2015 г. стартовало два рандомизированных клинических исследования: сравнение ПВЭ и лапароскопического варианта RALPPS [11], а также сравнение ALPPS и ПВЭ (LIGROTrial) [12]. Первое исследование включало 57 пациентов с метастазами колоректального рака. Средний прирост FLR в группах RALPPS и ПВЭ составил 80 и 18% за 20 и 35 дней. Второму этапу подвергли 24 пациента после RALPPS и 21 пациента после ПВЭ. Полученные данные не согласуются с результатами обсуждаемого исследования, показавшего отсутствие различий между PRALPPS и ПВЭ по степени гипертрофии FLR. Исследование LIGROTrial показало, что классический метод ALPPS целесообразен у молодых пациентов с метастазами колоректального рака в печени, в то время как у больных старшего воз-

раста, в том числе с опухолью Клацкина, хорошие результаты показывает ПБЭ [12]. Согласно опубликованным ранее собственным данным, PRALPPS не приводит к увеличению частоты тяжелых осложнений и летальности по сравнению с ПБЭ у пациентов с воротной холангиокарциномой, но достоверно уменьшает время гипертрофии и кинетическую скорость гипертрофии FLR [13].

Полностью чрескожный вариант ALPPS впервые был предложен в 2016 г. D.F. Hong и соавт. Применяли микроволновую абляцию; ее и ПБЭ выполняли с интервалом в 2–3 дня. За 14 дней было получено увеличение FLR в среднем на 40%. Основная группа включила только 4 пациентов. Значимых осложнений не выявлено [14, 15].

В обсуждаемом исследовании применяемый чрескожный метод PRALPPS с РЧА был разработан автономно и впервые применен в клинической практике [13]. Результаты экспериментального применения аналогичной операции были ранее опубликованы британскими авторами [7]. Других публикаций, посвященных применению чрескожного варианта RALPPS в клинической практике, не найдено. Собственные наблюдения показали, что при, казалось бы, небольшой разнице среднего времени гипертрофии после PRALPPS и ПБЭ (13 и 18 дней) отличия были достоверными ($p = 0,008$). Более наглядной является разница диапазонов срока гипертрофии: от 14 до 23 дней после ПБЭ и от 13 до 16 дней после PRALPPS. При этом дополнение ПБЭ радиочастотным разделением паренхимы увеличивает время вмешательства в среднем всего на 35 мин.

Скорость и степень развития гипертрофии FLR зависят от ряда факторов, основными из которых следует считать исходный объем будущего остатка печени и его функциональное состояние. Согласно результатам исследования [16], скорость гипертрофии FLR после ПБЭ зависит от возраста, соотношения его объема к общему объему печени, результата теста с индоцианином зеленым, химиотерапии в анамнезе и максимального уровня билирубина.

Осложнения ПБЭ могут быть связаны либо с чреспеченочным доступом, либо с формированием тромбов в нецелевых сосудах [17]. Их частота невелика и варьирует от 1 до 5% [18]. Единственным тяжелым осложнением после ПБЭ в представленном исследовании было внутрибрюшное кровотечение из чреспеченочного доступа, которое было остановлено лапароскопически.

В силу специфического характера операции PRALPPS ожидаемыми были осложнения в очагах локальной деструкции в виде скоплений желчи. Они формировались у пациентов с сохраняющейся билиарной гипертензией в удаляемой

доле. При этом успешно применяли чрескожное дренирование под контролем УЗИ, и осложнение не привело к отмене второго этапа лечения.

Несмотря на очевидное увеличение продолжительности лечения между этапами PRALPPS, в общей группе сроки гипертрофии FLR все равно оказались достоверно меньшими, чем после ПБЭ. Тромбоз средней печеночной вены был связан с близким расположением электрода к ее стенке, однако он также никак не повлиял на дальнейшую тактику. Нецелевой тромбоз левой ВВ у 1 пациента, вероятно, также был связан с близким расположением электрода к ее стенке.

● Заключение

Портоvenозная эмболизация является малотравматичным, но эффективным способом профилактики ПРПН, сопоставимым по основным результатам с модифицированными вариантами ALPPS. Чрескожное разделение паренхимы печени по линии будущей резекции с помощью локальных методов деструкции (PRALPPS) за счет увеличения скорости прироста FLR позволяет улучшить результаты ПБЭ и при этом сохранить минимально инвазивный подход в обеспечении первого этапа лечения. В связи с этим PRALPPS оправдана при необходимости достижения гипертрофии будущего остатка печени в более короткие сроки. Проведение многоцентрового рандомизированного исследования поможет разработать оптимальную тактику ведения больных при планируемой обширной резекции печени.

Участие авторов

Мелехина О.В. — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, статистическая обработка данных, написание текста, редактирование, утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

Мусатов А.Б. — сбор и обработка материала, статистическая обработка данных, написание текста.

Кулезнева Ю.В. — концепция и дизайн исследования, редактирование, утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

Ефанов М.Г. — концепция и дизайн исследования, обработка материала, редактирование текста.

Цвиркун В.В. — редактирование текста, утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

Алиханов Р.Б. — концепция и дизайн исследования.

Амхадов А.О. — сбор и обработка материала.

Садыков Б.А. — сбор и обработка материала.

Кантимеров Д.Ф. — сбор и обработка материала.

Сальников К.К. — сбор и обработка материала.

Authors contributions

Melekhina O.V. — concept and design of the study, collection and processing data, statistical analysis, writing text, editing, approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article.

Musatov A.B. — collection and processing data, statistical analysis, writing text.

Kulezneva Yu.V. — concept and design of the study, collection and processing data, writing text, editing, approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article.

Efanov M.G. — concept and design of the study, processing of research data, editing.

Tsvirkun V.V. — editing, approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article.

Alikhanov R.B. — concept and design of the study.

Amkhadov E.O. — collection and analysis of data.

Sadykov B.A. — collection and analysis of data.

Kantimerov D.F. — collection and analysis of data.

Salnikov K.K. — collection and analysis of data.

● Список литературы [References]

- Shoup M., Gonen M., D'Angelica M., Jarnagin W.R., DeMatteo R.P., Schwartz L.H., Tuorto S., Blumgart L.H., Fong Y. Volumetric analysis predicts hepatic dysfunction in patients undergoing major liver resection. *J. Gastrointest. Surg.* 2003; 7 (3): 325–330. [https://doi.org/10.1016/s1091-255x\(02\)00370-0](https://doi.org/10.1016/s1091-255x(02)00370-0)
- Imamura H., Shimada R., Kubota M., Matsuyama Y., Nakayama A., Miyagawa S., Makuuchi M., Kawasaki S. Preoperative portal vein embolization: an audit of 84 patients. *Hepatology.* 1999; 29 (4): 1099–1105. <https://doi.org/10.1002/hep.510290415>
- Lang H., Baumgart J., Mittler J. Associated Liver Partition and Portal Vein Ligation for Staged Hepatectomy (ALPPS) Registry: what have we learned? *Gut Liver.* 2020; 14 (6): 699–706. <https://doi.org/10.5009/gnl19233>
- Chan A., Zhang W.Y., Chok K., Dai J., Ji R., Kwan C., Man N., Poon R., Lo C.M. ALPPS versus portal vein embolization for hepatitis-related hepatocellular carcinoma: a changing paradigm in modulation of future liver remnant before major hepatectomy. *Ann. Surg.* 2021; 273 (5): 957–965. <https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000003433>
- Azoulay D., Castaing D., Smail A., Adam R., Cailliez V., Laurent A., Lemoine A., Bismuth H. Resection of nonresectable liver metastases from colorectal cancer after percutaneous portal vein embolization. *Ann. Surg.* 2000; 231 (4): 480–486. <https://doi.org/10.1097/00000658-200004000-00005>
- Peng S.Y., Wang X.A., Huang C.Y., Zhang Y.Y., Li J.T., Hong D.F., Cai X.J. Evolution of associating liver partition and portal vein ligation for staged hepatectomy: simpler, safer and equally effective methods. *World J. Gastroenterol.* 2017; 23 (23): 4140–4145. <https://doi.org/10.3748/wjg.v23.i23.4140>
- Giménez M.E., Houghton E.J., Davrieux C.F., Serra E., Pessaux P., Palermo M., Acquafresca P.A., Finger C., Dallemagne B., Marescaux J. Percutaneous Radiofrequency Assisted Liver Partition with Portal vein embolization for Staged hepatectomy (PRALPPS). *Arq. Bras. Cir. Dig.* 2018; 31 (1): e1346. <https://doi.org/10.1590/0102-672020180001e1346>
- Hammond J.S., Guha I.N., Beckingham I.J., Lobo D.N. Prediction, prevention and management of postresection liver failure. *Br. J. Surg.* 2011; 98 (9): 1188–1200. <https://doi.org/10.1002/bjs.7630>
- 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>
- Luz J.H.M., Gomes F.V., Coimbra E., Costa N.V., Bilhim T. Preoperative portal vein embolization in hepatic surgery: a review about the embolic materials and their effects on liver regeneration and outcome. *Radiol. Res. Pract.* 2020; 2020: 9295852. <https://doi.org/10.1155/2020/9295852>
- Gall T.M., Sodergren M.H., Frampton A.E., Fan R., Spalding D.R., Habib N.A., Pai M., Jackson J.E., Tait P., Jiao L.R. Radio-frequency-assisted Liver Partition with Portal vein ligation (RALPP) for liver regeneration. *Ann. Surg.* 2015; 261 (2): e45–46. <https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000000607>
- Sandström P., Røskok B.I., Sparrelid E., Larsen P.N., Larsson A.L., Lindell G., Schultz N.A., Bjørneth B.A., Isaksson B., Rizell M., Björnsson B. ALPPS improves resectability compared with conventional two-stage hepatectomy in patients with advanced colorectal liver metastasis: results from a scandinavian multicenter randomized controlled trial (LIGRO Trial). *Ann. Surg.* 2018; 267 (5): 833–840. <https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000002511>
- Melekhina O., Efanov M., Alikhanov R., Tsvirkun V., Kulezneva Y., Kazakov I., Vankovich A., Koroleva A., Khatkov I. Percutaneous radiofrequency-assisted liver partition versus portal vein embolization before hepatectomy for perihilar cholangiocarcinoma. *BJS Open.* 2020; 4 (1): 101–108. <https://doi.org/10.1002/bjs5.50225>
- Hong D.F., Zhang Y.B., Peng S.Y., Huang D.S. Percutaneous microwave ablation liver partition and portal vein embolization for rapid liver regeneration: a minimally invasive first step of ALPPS for hepatocellular carcinoma. *Ann. Surg.* 2016; 264 (1): e1–2. <https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000001707>
- Zhang Y.B., Hong D.F., Fan X.M., Luo Z.Y., Shen G.L. Percutaneous microwave/radiofrequency ablation liver partition and portal vein embolization for planned hepatectomy for colorectal liver metastases with insufficient future liver remnant. *Zhonghua Zhong Liu Za Zhi.* 2017; 39 (7): 545–546. (In Chinese) <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.0253-3766.2017.07.014>
- Kasai Y., Hatano E., Iguchi K., Seo S., Taura K., Yasuchika K., Mori A., Kaido T., Tanaka S., Shibata T., Uemoto S. Prediction of the remnant liver hypertrophy ratio after preoperative portal vein embolization. *Eur. Surg. Res.* 2013; 51 (3–4): 129–137. <https://doi.org/10.1159/000356297>
- Yeom Y.K., Shin J.H. Complications of portal vein embolization: evaluation on cross-sectional imaging. *Korean J. Radiol.* 2015; 16 (5): 1079–1085. <https://doi.org/10.3348/kjr.2015.16.5.1079>
- Abulkhir A., Limongelli P., Healey A.J., Damrah O., Tait P., Jackson J., Habib N., Jiao L.R. Preoperative portal vein embolization for major liver resection: a meta-analysis. *Ann. Surg.* 2008; 247 (1): 49–57. <https://doi.org/10.1097/SLA.0b013e31815f6e5b>

Сведения об авторах [Authors info]

Мелехина Ольга Вячеславовна — канд. мед. наук, старший научный сотрудник отделения рентгенохирургических методов диагностики и лечения ГБУЗ МКНЦ им. А.С. Логинова. <http://orcid.org/0000-0002-3280-8667>.

E-mail: o.melekhina@mknc.ru

Мусатов Алексей Борисович — врач-хирург отделения рентгенохирургических методов диагностики и лечения ГБУЗ МКНЦ им. А.С. Логинова. <http://orcid.org/0000-0002-7121-6680>. E-mail: a.musatov@mknc.ru

Кулезнева Юлия Валерьевна — доктор мед. наук, профессор кафедры хирургических болезней №2 ФГБОУ ВО МГМСУ им. А.И. Евдокимова, заведующая отделом лучевых методов диагностики и лечения ГБУЗ МКНЦ им. А.С. Логинова. <http://orcid.org/0000-0001-5592-839X>. E-mail: kulezniova@yandex.ru

Ефанов Михаил Германович — доктор мед. наук, заведующий отделом гепатопанкреатобилиарной хирургии ГБУЗ МКНЦ им. А.С. Логинова. <http://orcid.org/0000-0003-0738-7642>. E-mail: m.efanov@mknc.ru

Цвиркун Виктор Викторович — доктор мед. наук, профессор, главный научный сотрудник ГБУЗ МКНЦ им. А.С. Логинова. <http://orcid.org/0000-0001-5169-2199>. E-mail: vtsvircun@mknc.ru

Алиханов Руслан Богданович — канд. мед. наук, заведующий отделением хирургии печени и поджелудочной железы ГБУЗ МКНЦ им. А.С. Логинова. <http://orcid.org/0000-0002-8602-514X>. E-mail: r.alikhanov@mknc.ru

Амхадов Эла Олхузурович — аспирант ГБУЗ МКНЦ им. А.С. Логинова. <http://orcid.org/0000-0002-2691-2804>. E-mail: ali.amkhadov.aa55@gmail.com

Садыков Бекболот Алимжанович — аспирант ГБУЗ МКНЦ им. А.С. Логинова. <http://orcid.org/0000-0002-4124-4517>. E-mail: b.sadykov@mknc.ru

Кантимеров Даян Фанилевич — аспирант ГБУЗ МКНЦ им. А.С. Логинова. <http://orcid.org/0000-0002-6309-0926>. E-mail: daykant@icloud.com

Сальников Константин Константинович — аспирант ГБУЗ МКНЦ им. А.С. Логинова. <http://orcid.org/0000-0002-9783-5981>. E-mail: doc.consal@gmail.com

Для корреспонденции:* Мелехина Ольга Вячеславовна — 111123, Москва, шоссе Энтузиастов, д. 86, Российская Федерация. Тел.: +7-926-185-34-87. E-mail: o.melekhina@mknc.ru

Olga V. Melekhina — Cand. of Sci. (Med.), Senior Researcher of the Department of Radiological Methods of Diagnosis and Treatment, Moscow Clinical Scientific Center named after A.S. Loginov, Department of Health of Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-3280-8667>. E-mail: o.melekhina@mknc.ru

Alexey B. Musatov — Surgeon of the Department of Radiological Methods of Diagnosis and Treatment, Moscow Clinical Scientific Center named after A.S. Loginov, Department of Health of Moscow. <http://orcid.org/0000-0002-7121-6680>. E-mail: a.musatov@mknc.ru

Julia V. Kulezneva — Doct. of Sci. (Med.), Professor of the Department of Surgical Diseases №2, A.I. Evdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation; Head of the Department of Radiological Methods of Diagnosis and Treatment, Moscow Clinical Scientific Center named after A.S. Loginov, Department of Health of Moscow. <http://orcid.org/0000-0001-5592-839X>. E-mail: kulezniova@yandex.ru

Mikhail G. Efanov — Doct. of Sci. (Med.), Head of the Department of Hepatopancreatobiliary Surgery, Moscow Clinical Scientific Center named after A.S. Loginov, Department of Health of Moscow. <http://orcid.org/0000-0003-0738-7642>. E-mail: m.efanov@mknc.ru

Viktor V. Tsvirkun — Doct. of Sci. (Med.), Professor, Chief Researcher of Moscow Clinical Scientific Center named after A.S. Loginov, Department of Health of Moscow. <http://orcid.org/0000-0001-5169-2199>. E-mail: vtsvircun@mknc.ru

Ruslan B. Alikhanov — Cand. of Sci. (Med.), Head of the Department of Hepatopancreatobiliary Surgery, Moscow Clinical Scientific Center named after A.S. Loginov, Department of Health of Moscow. <http://orcid.org/0000-0002-2691-2804>. E-mail: ali.amkhadov.aa55@gmail.com

Ela O. Amkhadov — Post-graduate, Moscow Clinical Scientific Center named after A.S. Loginov, Department of Health of Moscow. <http://orcid.org/0000-0002-2691-2804>. E-mail: ali.amkhadov.aa55@gmail.com

Bekbolot A. Sadykov — Post-graduate, Moscow Clinical Scientific Center named after A.S. Loginov, Department of Health of Moscow. <http://orcid.org/0000-0002-4124-4517>. E-mail: b.sadykov@mknc.ru

Dayan F. Kantimerov — Post-graduate, Moscow Clinical Scientific Center named after A.S. Loginov, Department of Health of Moscow. <http://orcid.org/0000-0002-6309-0926>. E-mail: daykant@icloud.com

Konstantin K. Salnikov — Post-graduate, Moscow Clinical Scientific Center named after A.S. Loginov, Department of Health of Moscow. <http://orcid.org/0000-0002-9783-5981>. E-mail: doc.consal@gmail.com

For correspondence:* Olga V. Melekhina — 86, Sh. Entuziastov, Moscow, 111123, Russian Federation. Phone: +7-926-185-34-87. E-mail: o.melekhina@mknc.ru

Статья поступила в редакцию журнала 8.02.2022.
Received 8 February 2022.

Принята к публикации 11.10.2022.
Accepted for publication 11 October 2022.