

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

<https://doi.org/10.16931/1995-5464.2020286-99>

## Радиочастотная абляция при простых непаразитарных кистах печени

Черкасов М.Ф.<sup>1</sup>, Абоян И.А.<sup>2</sup>, Абоян М.Е.<sup>2</sup>, Рошак Б.В.<sup>2\*</sup>, Маликов Л.Л.<sup>2</sup>,  
Ханамирова Л.З.<sup>2</sup>, Бухарбаев Р.М.<sup>2</sup>, Фролова Г.В.<sup>2</sup>, Меликова С.Г.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Ростовский государственный медицинский университет» МЗ РФ;  
344022, Ростов-на-Дону, пер. Нахичеванский, д. 29, Российская Федерация

<sup>2</sup> МБУЗ «Клинико-диагностический центр «Здоровье» города Ростова-на-Дону»;  
344011, Ростов-на-Дону, пер. Доломановский, д. 70/3, Российская Федерация

**Цель.** Сравнение отдаленных результатов РЧА традиционным и модифицированным способом.

**Материал и методы.** С 2015 по 2018 г. чрескожную радиочастотную абляцию простых кист печени под контролем УЗИ выполнили 14 больным. Всего было 15 кист. Семи больным группы А выполняли стандартную термодеструкцию без температурных ограничений. Семи пациентам группы Б с локализацией кист в воротах печени либо близко к крупным сосудам и желчным протокам выполнили абляцию при 60 °С с предварительным введением в кисту 10% раствора NaCl. Во время вмешательств регистрировали температуру окружающей электрод ткани и время воздействия.

**Результаты.** Все пациенты перенесли вмешательства удовлетворительно, осложнений не было. В группе А диаметр кист составил  $50,3 \pm 15,2$  см, исходный объем –  $77,09 \pm 23,2$  см<sup>3</sup>. В группе Б диаметр кист составил  $61,8 \pm 14,9$  см, исходный объем –  $137,8 \pm 39,2$  см<sup>3</sup>. Через 3 мес общее уменьшение объема кист при КТ составило в группе А 27,1%, в группе Б – 50,6%, через 6 мес – 49,8 и 60,4%. Спустя 12 мес аналогичные показатели в группе А составили 64,2%, в группе Б – 79,2%. Через 1,5 года после операции объем образований в группе А уменьшился на 65,2%, в группе Б – на 91,2%, через 2 года – на 68,9 и 93,6%. В группе Б общее уменьшение объема кист за время наблюдения было на 24,7% больше, чем в группе А. Уменьшение объема кист более чем на 50% отмечено в группе А в 37,5% наблюдений, в группе Б – в 85,7%. Полная облитерация в группе А отмечена у 25% пациентов, в группе Б – у 28,5%. Через 2 года различие в уменьшении размера кист между группами статистически значимо ( $p = 0,03$ ), таким образом, в группе Б место достоверно более выраженное уменьшение объема кист.

**Заключение.** Введение в область абляции 10% раствора NaCl позволило при меньшей температуре добиться более выраженного уменьшения кистозной полости. При температуре 60 °С термическая травма минимально распространяется на окружающие ткани и достаточна для радикальной обработки кистозной полости. Это делает возможным применение способа при кистах, расположенных близко к сосудам и желчным протокам.

**Ключевые слова:** печень, киста, радиочастотная абляция, РЧА, гипертонический раствор, ближайшие результаты, отдаленные результаты.

**Ссылка для цитирования:** Черкасов М.Ф., Абоян И.А., Абоян М.Е., Рошак Б.В., Маликов Л.Л., Ханамирова Л.З., Бухарбаев Р.М., Фролова Г.В., Меликова С.Г. Радиочастотная абляция при простых непаразитарных кистах печени. *Анналы хирургической гепатологии.* 2020; 25 (2): 86–99. <https://doi.org/10.16931/1995-5464.2020286-99>.

**Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.**

## Radiofrequency ablation in management of simple non-parasitic liver cysts

Cherkasov M.F.<sup>1</sup>, Aboyan I.A.<sup>2</sup>, Aboyan M.E.<sup>2</sup>, Roshak B.V.<sup>2\*</sup>, Malikov L.L.<sup>2</sup>,  
Khanamirova L.Z.<sup>2</sup>, Bukharbaev R.M.<sup>2</sup>, Frolova G.V.<sup>2</sup>, Melikova S.G.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Rostov State Medical University” of the Ministry of Health of the Russian Federation; 29, Nakhichevansky str., Rostov-on-Don, 344022, Russian Federation

<sup>2</sup> Clinical Diagnostic Center “Zdorovie” of Rostov-on-Don City; 70/3, Dolomanovsky side str., Rostov-on-Don, 344011, Russian Federation

**Purpose.** Comparison of the long-term outcomes of the treatment of simple liver cysts by traditional and modified RFA methods.

**Materials and methods.** From 2015 to 2018, US-guided RF ablation was used to treat simple nonparasitic hepatic cysts in 14 patients. There were 15 operated cysts in total. 7 patients of group A underwent standard RFA session

without temperature restrictions. 7 patients of group B with localization of cysts closely to large vessels and bile ducts or the area of portal fissure, underwent RFA at 60 °C with preinjection of 10% NaCl solution into the cyst cavity. During the intervention, the temperature of the surrounding electrode tissue and the exposure time were recorded.

**Results.** All patients underwent interventions satisfactorily; no complications were observed. In group A, the mean cyst diameter was  $50.3 \pm 15.2$  mm, and the mean initial cyst volume was  $77.09 \pm 23.2$  cm<sup>3</sup>. In group B, the mean cyst diameter was  $61.8 \pm 14.9$  mm, and the mean initial cyst volume was  $137.8 \pm 39.2$  cm<sup>3</sup>. After 3 months, the overall decrease in the volume of operated cysts on CT was in group A – 27.1%, in group B – 50.6%; after 6 months – 49.8% and 60.4%, respectively. After 12 months, similar indicators in group A amounted to 64.2%, in group B – 79.2%. 1.5 years after surgery, the volume of operated cysts in group A decreased by 65.2%, in group B by 91.2%; and after 2 years – by 68.9% and 93.6%, respectively. The total decrease of cyst volume at the last control in group B was 24.7% more than in group A. The decrease in cyst volume by more than 50% was noted in group A in 37.5%, in group B – in 85.7%. Complete reduction of the cyst cavity was noted in group A in 25%, in group B in 28.5%. The difference in the decrease of the cyst volumes between the groups after 2 years is statistically significant ( $p = 0.03$ ), thus it can be concluded that a significantly more pronounced decrease in cyst volumes was observed in group B than in group A.

**Conclusion.** Preinjection into the cystic cavity of a 10% solution of NaCl allowed to achieve a more pronounced decrease of the cystic cavities with the lower RFA temperature regime. At a temperature of 60 °C, the thermal damage minimally spreads to adjacent healthy liver tissue and is sufficient for the radical treatment of the cystic cavity. This makes possible to use the modified RFA method for cysts, located close to the large vessels and bile ducts.

**Keywords:** liver, cyst, radiofrequency ablation, RFA, NaCl hypertonic solution, short-term outcomes, long-term outcomes.

**For citation:** Cherkasov M.F., Aboyan I.A., Aboyan M.E., Roshak B.V., Malikov L.L., Khanamirova L.Z., Bukharbaev R.M., Frolova G.V., Melikova S.G. Radiofrequency ablation in management of simple non-parasitic liver cysts. *Annaly khirurgicheskoy gepatologii = Annals of HPB surgery*. 2020; 25 (2): 86–99. (In Russian). <https://doi.org/10.16931/1995-5464.2020286-99>.

**There is no conflict of interests.**

## ● Введение

Кистозные образования печени в настоящее время выявляют у 5% населения [1]. Следует отметить, что в хирургическом лечении нуждается лишь порядка 10% пациентов с кистами и 20% больных поликистозом печени. [1]. Не существует единой лечебной тактики, при которой учитывались бы размеры кист, что позволяет реализовать целый ряд способов хирургического вмешательства [2, 3]. Несмотря на радикальность, как открытый доступ, так и лапароскопический позволяют успешно лечить лишь подкапсульные кисты печени. Частота рецидива после лечения крупных кист открытым способом достигает 29%, лапароскопическим – 36% [4]. Эти методы обеспечивают наилучшие результаты в лечении поверхностных кист, находящихся в пределах инструментальной досягаемости, и весьма затруднены при интрапаренхиматозном расположении кист либо при расположении их на диафрагмальной поверхности печени.

Чрескожная пункционная аспирация содержимого кисты под контролем УЗИ с применением различных разрушающих агентов (PAIR) не имеет упомянутых недостатков, что позволяет при определенном опыте добиться уменьшения частоты рецидива до 0–20% [5]. Для PAIR применяют ряд склерозантов, прежде всего этанол, а также ретгеноконтрастные йодсодержащие препараты, тетрациклина гидрохлорид, гипертонический раствор NaCl, доксициклин, раствор Люголя [4]. Ограничением PAIR является анатомическая связь между кистой и желчным протоком, поскольку попадание 96% этанола в желч-

ные протоки способно привести к формированию стриктур.

Пункционный метод позволяет применять различные виды воздействия на кистозный эпителий: введение аллогенных материалов, клеевых композиций, криодеструкцию (гипотермический метод) и радиочастотную абляцию (гипертермический метод) [4, 6]. Гипертермический эффект радиочастотной абляции (РЧА) на внутреннюю выстилку кисты печени впервые был применен рядом иностранных хирургов, в результате чего было достигнуто значительное уменьшение объема кистозной полости [7–9]. В частности, отмечено полное исчезновение 34 оперированных кист у 29 пациентов в течение нескольких месяцев [7]. В.В. Новомлинским и соавт. также был разработан способ лечения непаразитарных кист печени с использованием РЧА [10].

Стремление исключить рецидив заставляет хирурга выполнять более радикальную обработку полости кисты, что при РЧА предполагает применение более высокой энергии или увеличение времени воздействия. С другой стороны, выделение избытка тепла вблизи крупных сосудов и желчных протоков способно привести к осложнениям, включающим тромбоз и рубцовые стриктуры [11, 12]. Если киста прилежит к нижней полой вене, желудку, кишечнику, элементам ворот печени, существует опасность их термического повреждения, которая отчасти уменьшается после аспирации кисты и изменения синтопии прилежащих органов. Отмечено, что введение в область абляции раствора NaCl приводит к увеличению зоны коагуляционного

некроза; его объем и концентрация оказывают существенное влияние на термический эффект РЧА [13–16].

В МБУЗ КДЦ “Здоровье” г. Ростова-на-Дону разработан способ лечения непаразитарных кист печени при помощи РЧА с созданием в полости кисты среды 10% NaCl при температуре 60 °C [17]. Поскольку актуальность проблемы диктует поиск наиболее эффективного миниинвазивного метода хирургического лечения таких пациентов, цель исследования – сравнить отдаленные результаты традиционного и модифицированного способов РЧА.

### ● **Материал и методы**

Ретроспективно анализировали динамику уменьшения объема кист, оперированных стандартным и модифицированным способами РЧА. В исследование включены пациенты, подвергнутые чрескожной РЧА простых кист печени под контролем УЗИ. Всем пациентам диагноз подтвердили при КТ брюшной полости с болюсным усилением (Ультравист-300). Критериями исключения считали солидный компонент стенки кисты либо перегородки.

За 2015–2018 гг. анализировали результаты лечения 14 пациентов – 13 женщин и 1 мужчины в возрасте 42–78 лет (средний возраст 58 лет) с 15 кистами печени. Диагноз “симптомной” кисты ставили при росте кисты ( $n = 10$ ), тяжести и дискомфорте в правом подреберье ( $n = 7$ ), периодическом появлении болезненности в правом подреберье ( $n = 5$ ), чувстве быстрого насыщения ( $n = 4$ ). При стандартном дообследовании, включавшем ЭГДС, общий и биохимический анализ крови, клинически значимых патологических изменений не выявлено. Семь кист располагались в области ворот печени или прилежали к крупным сосудистым структурам и желчным протокам (7 пациентов группы Б). Восемь кист (7 пациентов группы А) находились вне топографической близости от крупных трубчатых структур, полых органов или ворот печени. В группе А 7 пациентам (8 кист) была выполнена РЧА стандартным способом, не предполагающим температурных ограничений. В группе Б 7 пациентам (7 кист, включая кисты в области ворот печени либо прилегающие к крупным трубчатым структурам) выполнены операции с введением в кисту 10% раствора NaCl. В группе Б температуру внутри кисты поддерживали на уровне 60 °C для уменьшения риска термического повреждения прилежащих структур. Во время сеансов РЧА регистрировали температуру окружающей электрод среды и время воздействия.

Применяли генератор Cool-tip RF Radionics (подразделение Tyco Healthcare Group LP), оди-

ночные игольчатые электроды с активной частью длиной 3 см). Вмешательства выполняли под контролем УЗИ (Medison SonoAce/vet R3 Cart) конвексным датчиком 2–8 МГц, в условиях операционной под внутривенной анестезией. После обнаружения и осмотра кисты в месте наилучшего акустического доступа методом “свободной руки” выполняли чрескожную пункцию кисты нефростомической иглой типа Chiba 18 G “Coloplast” (Дания), располагали ее в центре полости кисты. Аналогично вводили игольчатый электрод для РЧА. Через нефростомическую иглу максимально аспирировали содержимое кисты, осматривали его на примесь желчи. Затем пациентам группы Б вводили в полость кисты 3,5–10,0 мл 10% раствора хлорида натрия, в зависимости от размера кисты. Пациентам группы А выполняли стандартный сеанс РЧА без применения каких-либо растворов в диапазоне 65–85 °C (в среднем 73,4 °C). Сеанс РЧА продолжался 3–10 мин, что зависело от объема кисты. Среднее время экспозиции составило в группе А 5,25 мин, в группе Б – 8,82 мин. Интраоперационно с помощью УЗИ оценивали изменения состояния остаточной полости кисты в виде появления гиперэхогенных включений, усиления неоднородности и экзогенности сигнала. По окончании остаточную жидкость аспирировали и нефростомическую иглу извлекали, после чего электрод постепенно удаляли с длиной шага порядка 1 см. Охлаждение электрода водой во время операций не применяли. У всех пациентов интраоперационное цитологическое исследование аспирата кисты выявило наличие белковых масс, одиночных клеток кубического эпителия с дистрофическими изменениями; атипичных клеток, сколексов не обнаружено. На следующий день после операции выполняли контрольное УЗИ для исключения патологических изменений сосудистых и билиарных структур, свободной жидкости в брюшной полости.

Всех пациентов подвергли динамическому наблюдению. УЗИ выполняли через 1 и 3 мес, КТ – через 6, 12 мес, 1,5 и 2 года после лечения с оценкой изменения объема кист. Размеры каждой кисты измеряли до и после абляции, также вычисляли уменьшение объема кисты. Длину и ширину определяли по аксиальному изображению максимального размера кисты, а высоту – по общему числу срезов с изображением кисты. Объем кисты вычисляли по формуле “длина × ширина × высота × 4 × 3,14 : 24”. Долю уменьшения объема вычисляли так же. Расчет изменений размеров кист в % выполняли на онлайн-калькуляторе. Проверку статистических гипотез о различии генеральных средних показателей осуществляли в программе Statistica 10.0 при помощи критерия Манна–Уитни.

## ● Результаты

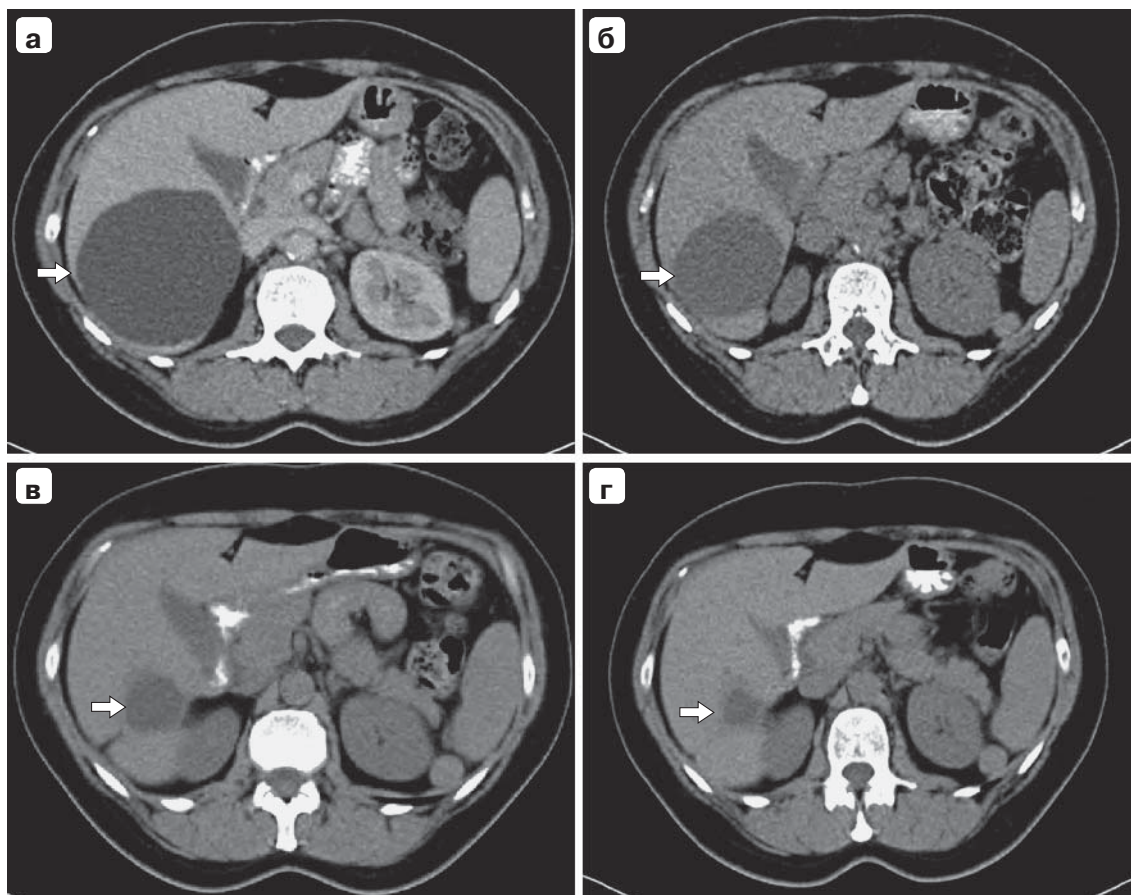
Все пациенты перенесли вмешательство удовлетворительно, интраоперационных и ранних послеоперационных осложнений не было. Дополнительного обезболивания оперированным пациентам не потребовалось. Средняя продолжительность пребывания в стационаре пациентов группы А составила 4 дня, группы Б – 3,32 дня. У 2 пациентов группы А на следующий день после операции отмечено преходящее увеличение активности АсАТ (86 и 78 Ед/л) и АлАТ (92 и 71 Ед/л) в плазме крови.

До РЧА средняя длина, ширина и высота 15 кист составили соответственно  $64,03 \pm 16,3$  мм,  $54,31 \pm 14,8$  мм и  $50,03 \pm 14,2$  мм. В группе А средний диаметр образований составил  $50,3 \pm 15,2$  мм, средний исходный объем –  $77,09 \pm 23,2$  см<sup>3</sup>. В группе Б средний диаметр составил  $61,8 \pm 14,9$  мм, средний исходный объем –  $137,8 \pm 39,2$  см<sup>3</sup>. Различия среднего диаметра в группе А и в группе Б статистически значимы ( $p = 0,01$ ), различия среднего объема – статистически не значимы ( $p = 0,16$ ).

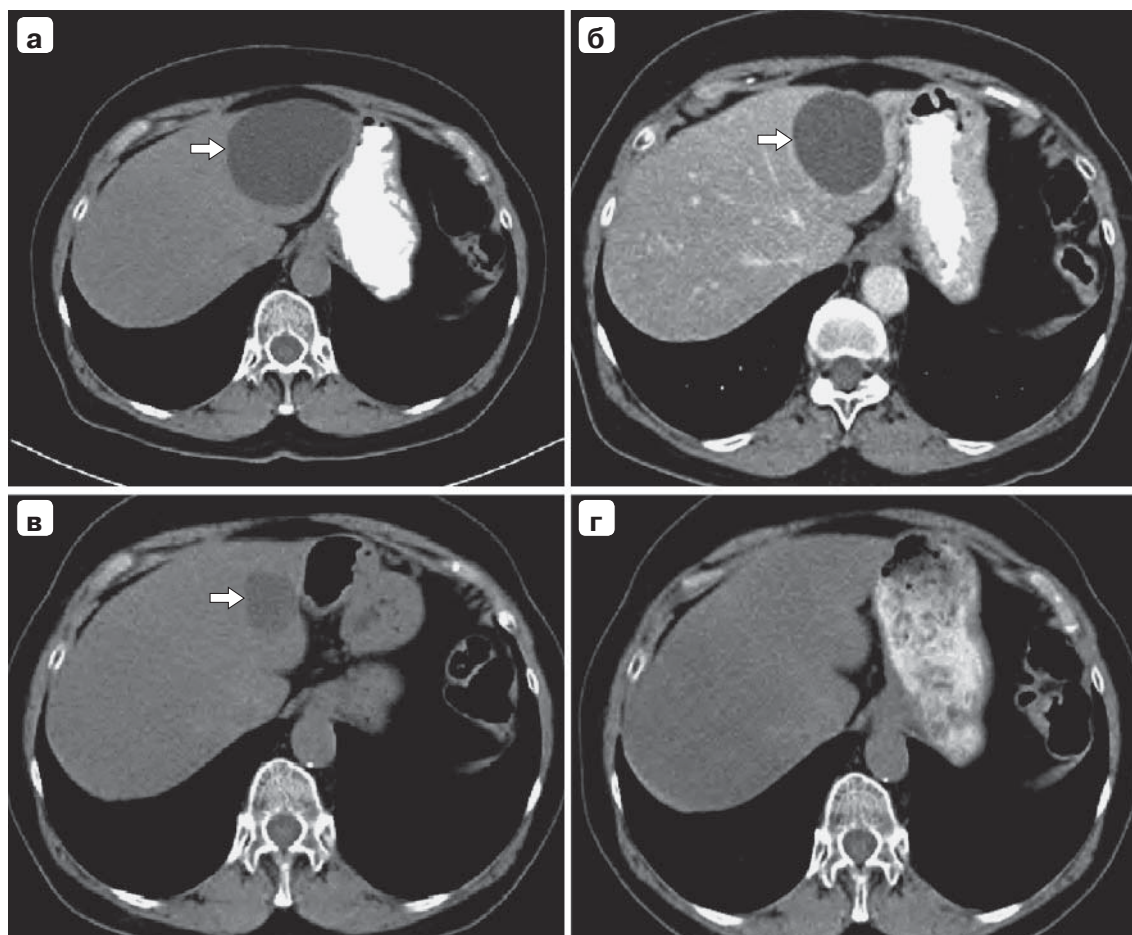
В группе А через 1 мес по сравнению с первоначальным размером уменьшение объема соста-

вило в среднем 16,7% (с 77,09 до 70,3 мл). Через 3 мес уменьшение объема составило 16,9% (с 77,09 до 61,5 мл), через 6 мес – 49,8% (с 77,09 до 42,3 мл), через 12 – 64,2% (с 77,09 до 30,2 мл), через 1,5 года – 65,2% (с 77,09 до 29,3 мл), через 2 года – 68,9% (с 77,09 до 26,2 мл). Уменьшение объема кист более чем на 50% отмечено у 3 (37,5%) из 8 кист. Две (25%) кисты из 8 подверглись полной редукции. Отмечено достоверное сокращение их объема и размеров после РЧА ( $p \leq 0,05$ ; рис. 1).

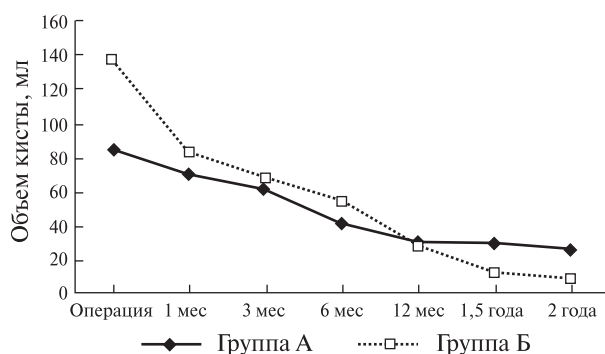
В группе Б через 1 мес общее уменьшение объема оперированных кист составило в среднем 39,6% (с 137,8 до 83,2 мл). Через 3 мес уменьшение объема составило 50,6% (с 137,8 до 68,04 мл), через 6 – 60,4% (с 137,8 до 54,5 мл), через 12 – 79,2% (с 137,8 до 28,6 мл), через 1,5 года – 91,2% (с 137,8 до 12,1 мл) и через 2 года – 93,6% (с 137,8 до 8,8 мл). После РЧА более чем на 50% уменьшились 6 (85,7%) из 7 кист в группе Б, достоверно сократился объем и размеры. Киста полностью подверглась редукции в 2 (28,5%) наблюдениях из 7. Различия среднего значения объема кист на момент операции и через 2 года в группе Б статистически значимо ( $p = 0,006$ ; рис. 2).



**Рис. 1.** Компьютерные томограммы. Размер кисты у пациента группы А: а – до операции; б – через 6 мес после операции; в – через год после операции; г – через 1,5 года после операции.



**Рис. 2.** Компьютерные томограммы. Размер кисты у пациента группы Б: а – до операции; б – через 6 мес после операции; в – через 1 год после операции; г – редукция полости кисты через 1,5 года после операции.



**Рис. 3.** Диаграмма. Изменение объема образований при динамическом наблюдении.

Общее уменьшение объема кист в группе А при последнем контроле составило 68,9% (с 77,09 до 26,2 мл), в группе Б – 93,6% (с 137,8 до 8,8 мл). Различия уменьшения размера кист в группе А и группе Б через 2 года статистически значимо ( $p = 0,03$ ). Таким образом, можно сделать вывод, что в группе Б произошло достоверно более выраженное уменьшение объема кист, чем в группе А (рис. 3).

### ● Обсуждение

В норме внутренняя поверхность желчных протоков выстлана однослойным цилиндрическим или кубическим эпителием [18]. Конечной целью в лечении кист печени считают полную деэпителизацию. Это приводит к превращению истинной кисты в ложную и постепенному рубцеванию ее полости [1, 19]. Неполное устранение эпителиальной выстилки происходит вследствие контакта склерозанта не со всеми клетками на поверхности полости кисты, что ведет к продолжающейся секреции и рецидиву [20]. При рассмотрении выбора способа хирургического лечения при простых кистах печени следует отметить тенденцию к расширению применения малотравматичных способов, включая пункционные [4, 21, 22].

Широко распространенный метод PAIR подразумевает химическую абляцию стенок кисты с помощью различных склерозирующих агентов, повреждающая способность которых основана на разрушении клеточной мембраны химическим действием, дегидратации клеток и денатурации белка [19, 22]. РЧА чрескожным доступом технически аналогична PAIR, но в качестве поврежда-

ющего воздействия использует тепловую энергию ткани, вырабатываемую под воздействием электромагнитных волн. Таким образом, заявленный метод РЧА в среде гипертонического раствора сочетает преимущества PAIR и термоабляции за счет буферных свойств хлорида натрия, вызывающего дегидратацию клеток. К тому же такой недостаток PAIR, как отсутствие возможности осмотра внутренней поверхности кисты для исключения неоплазии, нивелируется тем, что РЧА изначально используется как метод деструкции злокачественных опухолей печени [23].

РЧА применяют прежде всего при опухолевых поражениях печени; суть метода заключается в термической абляции опухолевых клеток. Распространение тепла в солидной ткани подробно изучено отечественными авторами [24]. Однако способ и цели РЧА при опухолях и кистах имеют принципиальные различия. “Идеальной” абляцией опухоли считают процедуру, при которой зона коагуляционного некроза распространяется за границы опухолевого образования на прилежащую печеночную ткань на глубину до 8–10 мм [21]. Учитывая, что внутренняя стенка кисты покрыта однорядным цилиндрическим или кубическим эпителием, при РЧА кисты достаточно добиться некроза только этого ряда клеток эпителия, секретирующего жидкость, чтобы исключить рецидив и термическое повреждение здоровой ткани. Осуществление самой абляции возможно либо при контакте со стенками спавшейся кисты при полной аспирации, либо нагреванием остаточного содержимого при неполной аспирации. При первом варианте распространение термического повреждения происходит через кистозную стенку и окружающую ее ткань печени. В зависимости от начального размера, спавшаяся полость кисты может иметь различную форму и доступность для контактной абляции, учитывая длину активной части электрода 3 см. После начала сеанса РЧА корректировка положения электрода в полости затруднительна, поскольку возникающие при нагревании артефакты изменяют ультразвуковую картину. Поэтому радикальность операции можно улучшить, лишь увеличив применяемую мощность или экспозицию. Однако увеличение этих параметров приводит к распространению зоны коагуляции не только на эпителий, но и за границы кисты, что вызывает ишемию и некроз здоровой ткани печени. При топографической близости капсулы кисты к сосудистым или билиарным структурам, нижней полой вене, петлям кишечника существует риск термического повреждения, тромбоза и формирования рубцовых стриктур [11, 25, 26]. Экспериментально было установлено, что РЧА мощностью 60 Вт за 60 с и более способна вызвать перфорацию желч-

ного протока и формирование стриктуры. При превышении указанных значений риск повреждения значительно увеличивается [12].

При неполной аспирации РЧА проводят в жидкой среде остаточного кистозного содержимого, а теплопередача при этом зависит от объема и электропроводности этой среды. Отмечено, что необратимое повреждение клеток может происходить даже при достаточно низкой температуре (50–55 °С) в течение более продолжительного времени (4 мин), а при температуре 60 °С гибель клетки происходит почти мгновенно [24]. Таким образом, чтобы добиться некроза поверхностного ряда клеток кистозного эпителия, необходимо добиваться температуры жидкой среды вблизи него 60 °С на короткий период воздействия. Этого будет достаточно для необратимого повреждения клеток эпителия и предотвращения распространения термического повреждения на здоровые ткани.

Отечественными авторами отмечено, что при абляции наиболее интенсивный нагрев происходит в прилежащей к электроду ткани, постепенно ослабевая к периферии, а сам процесс теплопередачи происходит с определенной временной задержкой [24]. Поскольку встроенная в электрод термопара в реальном времени отображает только значения близкорасположенного слоя жидкости, в то время как остальной ее объем прогревается постепенно, ключевым является тщательный контроль температуры вблизи кистозной стенки. Для этого после достижения необходимой температуры прекращали подачу мощности и выжидали до 1 мин. Температура электрода начинала уменьшаться, и после ее стабилизации можно было судить об истинной температуре кистозной среды. Подобный контроль выполняли периодически по мере необходимости, обеспечивая в том числе предотвращение перегрева. Следует отметить, что нагревание кист с остаточной жидкостью происходило гораздо медленнее, чем кист с 10% раствором NaCl. Это согласуется с данными исследований, в которых авторы доказали способность раствора NaCl увеличить эффективность РЧА за счет повышения электро- и теплопроводности более стабильным и предсказуемым способом [14, 15].

В разработанном методе используется РЧА в среде 10% раствора NaCl без стандартного водоохлаждения рабочего электрода. Это позволяет в режиме ручного управления мощностью генератора устанавливать и удерживать в зоне операции необходимую температуру (60 °С). Обеспечение такого режима абляции в течение короткого времени способствует необратимому повреждению клеток эпителия кисты и в то же время минимальному распространению термического повреждения на здоровую ткань печени. Это имеет

большое значение при близком расположении кисты к сосудистым, билиарным структурам, элементам ворот печени, полым органам.

При исследовании установлено, что даже при изначально большем объеме оперированных кист в группе Б применение модифицированного способа привело к достоверно более выраженной редукции объемов кист, чем в группе А. Уменьшение более чем на 50% от исходного объема в группе Б было больше, чем в группе А (85,7 и 37,5%), хотя частота полной редукции кист различается незначительно (25 и 28,5%). Общее уменьшение объема кист в группе Б при последнем контроле было на 24,7% больше, чем в группе А ( $p = 0,03$ ).

### ● Заключение

Миниинвазивные технологии приходят на смену традиционным вмешательствам, повышаются требования к безопасности операции и послеоперационного периода. Учитывая отсутствие единой концепции в определении показаний к оперативному вмешательству, преимущества модифицированного метода РЧА позволяют рекомендовать его в качестве альтернативного способа воздействия. В результате применения предложенного способа достигнута максимально полная обработка полости кисты печени практически любой локализации за счет выбора оптимального температурного режима и времени воздействия при минимальном повреждении окружающих тканей и трубчатых структур. Преимуществами метода являются минимальная инвазивность, удовлетворительный терапевтический эффект, возможность применения у пациентов с выраженными сопутствующими заболеваниями, что позволяет рекомендовать ее к применению в стационарах краткосрочного пребывания.

### Участие авторов

Черкасов М.Ф. — концепция и дизайн исследования, редактирование, утверждение окончательного варианта статьи.

Абоян И.А. — концепция и дизайн исследования, редактирование, утверждение окончательного варианта статьи.

Абоян М.Е. — редактирование текста статьи.

Рошак Б.В. — сбор и анализ научной литературы, выполнение оперативных вмешательств, написание текста статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

Маликов Л.Л. — редактирование текста статьи.

Ханамирова Л.З. — сбор и обработка материала, редактирование.

Бухарбаев Р.М. — выполнение оперативных вмешательств.

Фролова Г.В. — сбор и обработка материала.

Меликова С.Г. — статистическая обработка материала.

### ● Список литературы

1. Кочиева М.П., Багмет Н.Н., Абдуллаев А.Г., Скипенко О.Г. Хирургический взгляд на лечение билиарных кист печени и поликистоза. *Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии*. 2010; 1: 30–37
2. Новомлинский В.В., Глухов А.А. Непаразитарные кисты печени. Диагностика и лечение. Воронеж, 2007. 215 с.
3. Gall T.M., Oniscu G.C., Madhavan K., Parks R.W., Garden O.J. Surgical management and longterm follow-up of non-parasitic hepatic cysts. *HPB (Oxford)*. 2009; 11 (3): 235–241. <https://doi.org/10.1111/j.1477-2574.2009.00042.x>
4. Жаворонкова О.И. Лечение непаразитарных кист печени более 10 см в диаметре. *Анналы хирургической гепатологии*. 2007; 12 (2): 116–122.
5. Lee S., Seo D.W., Paik W.H., Park D.H., Lee S.S., Lee S.K., Kim M.H. Ethanol lavage of huge hepatic cysts by using EUS guidance and percutaneous approach. *Gastrointest. Endosc.* 2014; 80 (6): 1014–1021. <https://doi.org/10.1016/j.gie.2014.03.037>
6. Сафиуллина З.Х. Пункционные методы лечения непаразитарных кист почек и печени под контролем ультразвуковой томографии: автореф. дис. канд. мед. наук. Башкирский государственный университет. Уфа, 1996. 23 с.
7. Du X.L., Ma Q.J., Wu T., Lu J.G., Bao G.Q., Chu Y.K. Treatment of hepatic cysts by B-ultrasound-guided radiofrequency ablation. *Hepatobiliary Pancreat. Dis. Int.* 2007; 6 (3): 330–332. PMID:17548262
8. Kim P.N., Lee Y., Won H.J., Shin Y.M. Radiofrequency ablation of hepatic cysts: evaluation of therapeutic efficacy. *J. Vasc. Interv. Radiol.* 2014; 25 (1): 92–96. <https://doi.org/10.1016/j.jvir.2013.09.020>
9. Rhim H., Kim Y.S., Heo J.N., Koh B.H., Cho O.K., Kim Y., Seo H.S. Radiofrequency thermal ablation of hepatic cyst. *J. Vasc. Interv. Radiol.* 2004; 15 (1 Pt 1): 95–96.
10. Новомлинский В.В., Глухов А.А., Чвикалов Е.С., Остроушко А.П. Способ лечения непаразитарных кист печени. Патент РФ № 2 485 907, 27.06.2013.
11. Kim S.H., Lim H.K., Choi D., Lee W.J., Kim S.H., Kim M.J., Lee S.J., Lim J.H. Changes in bile ducts after radiofrequency ablation of hepatocellular carcinoma: frequency and clinical significance. *AJR Am. J. Roentgenol.* 2004; 183 (6): 1611–1617. <https://doi.org/10.2214/ajr.183.6.01831611>
12. Park J.S., Jeong S., Kim J.M., Park S.S., Lee D.H. Development of swine benign biliary stricture model using endoscopic biliary radiofrequency ablation. *J. Korean Med. Sci.* 2016; 31 (9): 1438–1444. <https://doi.org/10.3346/jkms.2016.31.9.1438>
13. Burdío F., Navarro A., Berjano E.J., Burdío J.M., Gonzalez A., Güemes A., Sousa R., Rufas M., Cruz I., Castiella T., Lozano R., Lequerica J.L., Grande L. Radiofrequency hepatic ablation with internally cooled electrodes and hybrid applicators with distant saline infusion using an in vivo porcine model. *Eur. J. Surg. Oncol.* 2008; 34 (7): 822–830. <https://doi.org/10.1016/j.ejso.2007.09.029>
14. Lee J.M., Kim Y.K., Lee Y.H., Kim S.W., Li C.A., Kim C.S. Percutaneous radiofrequency thermal ablation with hypertonic saline injection: in vivo study in a rabbit liver model. *Korean J. Radiol.* 2003; 4 (1): 27–34. <https://doi.org/10.3348/kjr.2003.4.1.27>
15. Lee J.M., Han J.K., Kim S.H., Shin K.S., Lee J.Y., Park H.S., Hur H., Choi B.I. Comparison of wet radiofrequency ablation with dry radiofrequency ablation and radiofrequency ablation using hypertonic saline preinjection: ex vivo bovine liver. *Korean J. Radiol.* 2004; 5 (4): 258–265. <https://doi.org/10.3348/kjr.2004.5.4.258>

16. Lee J.M., Han J.K., Chang J.M., Chung S.Y., Kim S.H., Lee J.Y., Lee M.W., Choi B.I. Radiofrequency ablation of the porcine liver in vivo: increased coagulation with an internally cooled perfusion electrode. *Academic Radiology*. 2006; 13 (3): 343–352. <https://doi.org/10.1016/j.acra.2005.10.020>
17. Черкасов М.Ф., Абоян И.А., Рошак Б.В., Маликов Л.Л., Бухарбаев Р.М., Ермакова Л.А., Меликова С.Г. Способ лечения непаразитарных кист печени. Патент РФ № 2 626 692, 31.07.2017.
18. Macedo F.I. Current management of noninfectious hepatic cystic lesions: A review of the literature. *World J. Hepatol*. 2013; 5 (9): 462–469. <https://doi.org/10.4254/wjh.v5.i9.462>
19. Larssen T.B., Rorvik J., Horn A., Karwinski B., Skadberg O., Pedersen O.M., Rosendahl K. Biochemical and cytologic analysis of cystic contents in benign non-parasitic symptomatic hepatic cysts before and after ethanol sclerotherapy. *Acta Radiol*. 2004; 45 (5): 504–509. <https://doi.org/10.1080/02841850410006588>
20. Bean W.J., Rodan B.A. Hepatic cysts: treatment with alcohol. *AJR Am. J. Roentgenol*. 1985; 144 (2): 237–241. <https://doi.org/10.2214/ajr.144.2.237>
21. Жаворонкова О.И., Гаврилин А.В., Ионкин Д.А. Вклад интервенционной сонографии в развитие органосохраняющих технологий института хирургии им. А.В. Вишневского при лечении пациентов с очаговыми поражениями печени и селезенки. *Новости хирургии*. 2011; 19 (1): 94–102.
22. Lee S., Seo D.W., Paik W.H., Park D.H., Lee S.S., Lee S.K., Kim M.H. Ethanol lavage of huge hepatic cysts by using EUS guidance and a percutaneous approach. *Gastrointest. Endosc*. 2014; 80 (6): 1014–1021. <https://doi.org/10.1016/j.gie.2014.03.037>
23. Kim P. Reply to: Re: Radiofrequency Ablation of Hepatic Cysts: Evaluation of Therapeutic Efficacy. *Journal of vascular and interventional radiology: JVIR*. 2014; 25 (5): 809. <https://doi.org/10.1016/j.jvir.2014.01.009>
24. Долгушин Б.И., Косырев В.Ю. Радиочастотная термоабляция опухолей. М.: “Практическая медицина”, 2015. С. 41–52.
25. Koda M., Murawaki Y., Hirooka Y., Kitamoto M., Ono M., Sakaeda H. Complications of radiofrequency ablation for hepatocellular carcinoma in a multicenter study: An analysis of 16 346 treated nodules in 13 283 patients. *Hepatol. Res*. 2012; 42 (11): 1058–1064. PMID: 22583706. <https://doi.org/10.1111/j.1872-034X.2012.01025.x>
26. Rhim H. Complications of radiofrequency ablation in hepatocellular carcinoma. *Abdom. Imaging*. 2005; 30 (4): 409–418. PMID: 15688113. <https://doi.org/10.1007/s00261-004-0255-7>

## ● Introduction

Liver cyst formation is currently diagnosed by 5% of population [1]. It should be noted, that about 10% of patients with cysts and 20% of patients with polycystic liver disease require surgical treatment. [1]. There is no unified concept of the therapeutic tactic that takes into account the size of the cysts, which gives an opportunity to perform a number of surgical treatment methods [2, 3]. Despite the radicality, both open and laparoscopic access allow stotre at successfully only subcapsular liver cysts. The recurrence rate after treatment of large cysts with an open method is up to 29%, and with laparoscopic method – 36% [4]. These methods provide the best results in the treatment of superficial cysts located within the instrumental accessible, and they are very difficult for the intraparenchymal cysts or when they are located on the diaphragmatic surface of the liver.

Percutaneous puncture aspiration of cyst contents during ultrasonographic guidance with the implication of a sclerosing agent (PAIR) donot have any drawbacks given above, which allows to decrease the relapse rate down to 0–20% with certain experience [5]. A number of sclerosants used in PAIR, above all, ethanol, as well as iodine-containing contrast agents, tetracycline hydrochloride, hypertonic sodium chloridesolution, doxycycline, Lugol's solution [4]. The PAIR limitation is the anatomic connection between cyst and the bile duct, since 96% ethanol introduction to bile duct may lead to stricture formation.

The PAIR method allows to apply different types of impact on cyst epithelium: injection of allogeneic materials, adhesive compositions, cryodestruction

(hypothermic method) and radiofrequency ablation (hyperthermic method) [4, 6]. The hyperthermic effect of radiofrequency ablation (RFA) on the internal lining of the liver cyst was initially used by a number of foreign surgeons, as a result of which a significant decrease of liver cyst cavity was achieved [7–9]. In particular, there was a complete disappearance of 34 operated cysts (29 patients) without recurrence after 3 months [7]. In Russian Federation, RFA method has also been developed for the treatment of simple liver cysts by Novomlinsky V.V. et al. [10].

An attempt to exclude relapse forces a surgeon to perform moreradical treatment of the cyst cavity, which with RFA presupposes the enlargement of the applied power or exposure time. However, the expansion of the excess thermal damage near large vessels and bile ducts can lead to complications, including thrombosis and the formation of biliary strictures [11, 12]. If the cyst is adjacent to the inferior vena cava, stomach, intestines or the elements of portal fissure, there is a risk of their thermal damage, which partially decreases after the cyst aspiration and changing the syntopy of adjacent organs. It was noted, that the insertion of sodium chloride solution in the ablation region leads to increase of the coagulation necrosis zone; volume and concentration of sodium chloride solution have a significant influence on the thermal effect of RFA [13–16].

The modified method for treating simple liver cysts using RFA with the preinjection of a 10% sodium chloride solution into the cyst cavity, with temperature regime 60 °C inside the cyst, was developed in the Clinical Diagnostic Center “Zdorovie”, Rostov-on-Don [17]. As the relevance of this problem inquires



the search for the most effective minimally invasive method of treatment of such patients, the aim of the study is to compare the long-term outcomes of traditional and modified methods of RFA.

### ● Materials and methods

The dynamics of volume reducing of the cysts operated by RFA (standard and modified methods) was analyzed retrospectively. Patients participated in the study underwent US-guided RF ablation of a simple non-parasitic hepatic cyst. In all cases, the diagnosis was confirmed by computed tomography (CT) with contrast enhancement (Ultravist-300). A solid component or septation was considered exclusion criteria.

From 2015 to 2018, the treatment results of 14 patients were analyzed – 13 women and 1 man aged 42–78 years (cf. age 58 years) with 15 liver cysts. The diagnosis of “symptomatic” cyst was verified because of the cyst enlargement ( $n = 10$ ), right upper quadrant discomfort ( $n = 7$ ), periodic right upper quadrant pain ( $n = 5$ ), early satiety ( $n = 4$ ). Standard preoperative examination (including gastroscopy, general and biochemical blood tests) did not show clinically significant changes.

7 cysts (7 patients of group B) were located in the area of the portal fissure or adjacent to large vascular structures or bile ducts.

Seven cysts were located in the area of the hepatic hilum or adjacent to large vascular structures and bile ducts (7 patients of group B). Eight cysts (7 patients of group A) were out of topographic proximity to large vascular or biliary structures, hepatic hilum or hollow organs. In group A, in 7 patients (8 cysts) were performed US-guided RF ablation in a standard way without temperature restrictions. In group B, 7 patients (7 cysts adjacent to large tubular structures or the hepatic hilum) underwent RF ablation with the preinjection of a 10% sodium chloride solution into the cyst cavity. In group B, the temperature inside the cyst was maintained at 60°C to reduce the risk of thermal damage to adjacent structures. During RFA sessions, the temperature near the electrode and the exposure time were recorded.

We used the Cool-tip RF Radionics generator (Tyco Healthcare Group LP) with a single cooled electrode with a 3-cm active tip. All procedures were performed under intravenous conscious sedation, under US guidance (Medison Sono Ace/vet R3 Cart) with a 2–8 MHz convex transducer. After detecting a safe needle tract on US, using the “free hand” method, percutaneous cyst puncture was performed with the insertion of 18-G Chiba needle (“Coloplast”, Denmark), placed in the center of the cyst cavity. Then a single cooled electrode was inserted similarly into the center of a cyst. Through the Chiba needle, the cystic content was aspirated completely and then it was examined for the presence of bile. Then, patients in group B were injected into the cyst cavity

3.5–10.0 ml of 10% sodium chloride solution, depending of the size of the cyst. In group A, all patients underwent a standard RFA session (temperature range 65–85 °C; average 73.4 °C) without using of any solutions.

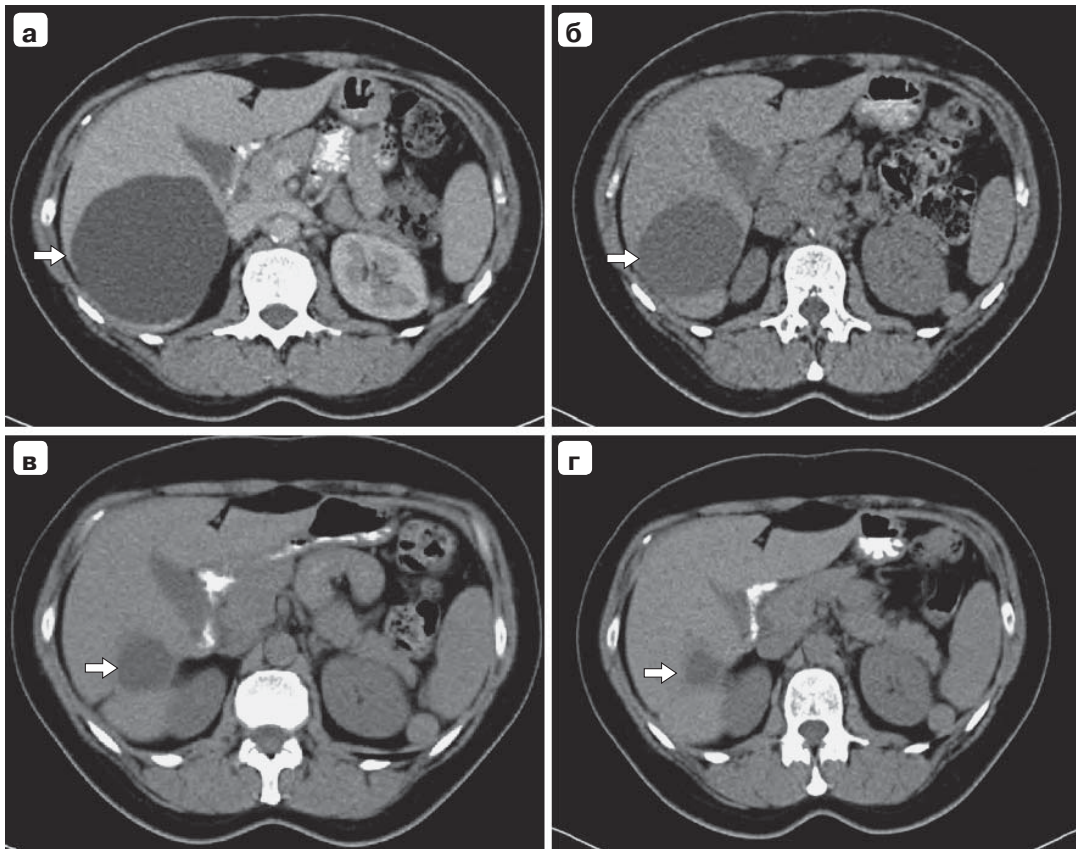
The duration of RFA session was 3–10 minutes, which depended on the volume of the cyst. The average exposure time in group A was 5.25 minutes, in group B – 8.82 minutes. With intraoperative US control, changes of the residual cyst cavity were observed in the form of the appearance of hyperechoic inclusions, increased heterogeneity and echogenicity of the signal. After ending the RFA session, the residual fluid was aspirated, and the Chiba needle was removed. After that the electrode was gradually removed with a step of about 1 cm. Water cooling of the electrode during operations was not used. In all patients, cytological study of the aspirated cyst contents revealed the presence of protein masses, single cuboid epithelial cells with dystrophic changes; atypical cells or scolex were not found. The next day after the operation, a control US examination was performed to exclude pathological changes of the vascular and biliary structures or the free fluid in the abdominal cavity.

All patients underwent dynamic observation after RF ablation. Follow-up examinations included US-control after 1 and 3 months, CT-control after 6, 12 months, 1.5 and 2 years after treatment, with evaluation of cyst volume changes. The size of each cyst was measured before and after ablation, and the decrease in cyst volume was also calculated. The length and width were determined by the axial image of the maximum size of the cyst, and the height – by the total number of slices demonstrating the cyst. The cyst volume was calculated by the formula “length × width × height × 4 × 3.14 : 24”. The volume reduction rate was calculated in the same way. The calculation of cyst volume changes in% was performed on an online calculator. Statistical hypotheses about the differences in general averages were checked in the Statistica 10.0 program using the Mann–Whitney test.

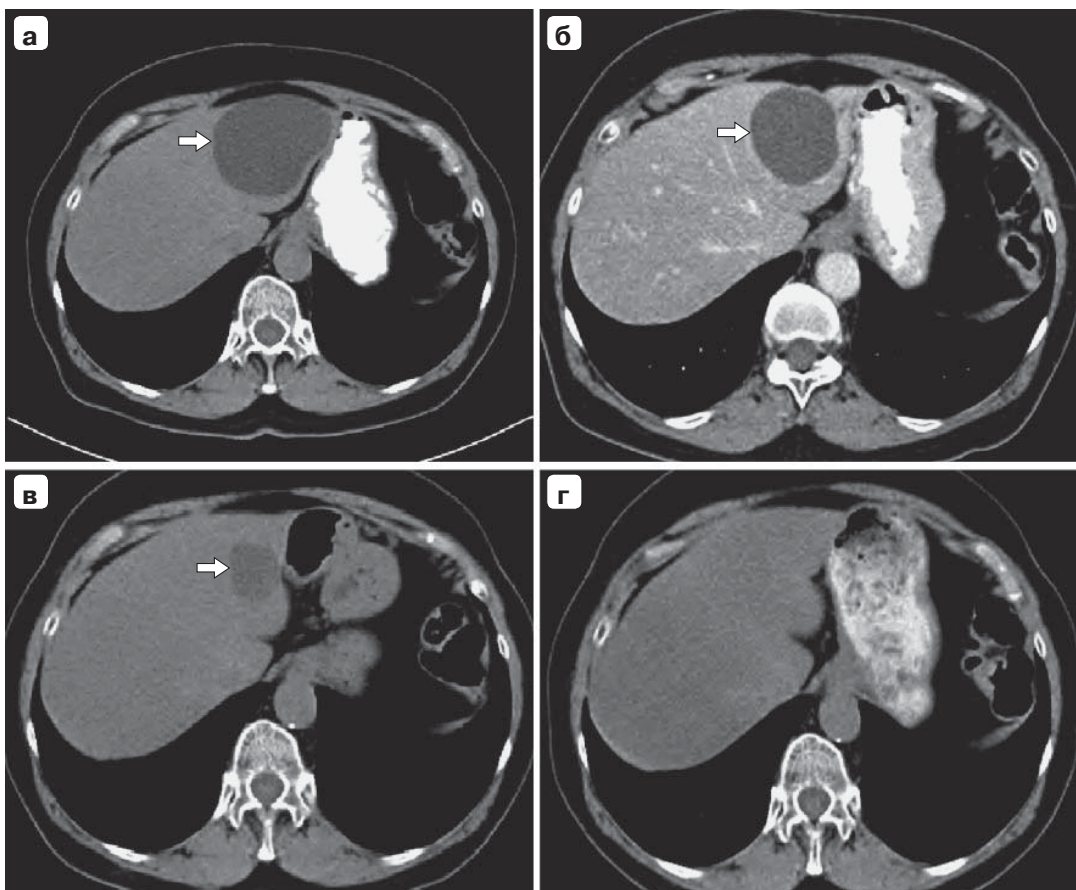
### ● Results

All patients underwent the intervention satisfactorily; there were no intraoperative and early postoperative complications. No additional anesthetic drugs during the postoperative period was required for the patients. The mean hospital stay in group A was 4 days, in group B – 3.32 days. In 2 patients of group A, the levels of AST (86 and 78 U/L) and ALT (92 and 71 U/L) were increased next day after the operation, but returned to normal after few days.

Before RFA, the average length, width and height of the 15 cysts were  $64.03 \pm 16.3$  mm,  $54.31 \pm 14.8$  mm and  $50.03 \pm 14.2$  mm, respectively. In group A, the mean cyst diameter was  $50.3 \pm 15.2$  mm, and the mean initial cyst volume was  $77.09 \pm 23.2$  cm<sup>3</sup>.



**Fig. 1.** CT-scan. Cyst size in patient of group A: a – before surgery; б – 6 months after surgery; в – 1 year after surgery; г – 1.5 years after surgery.



**Fig. 2.** CT-scan. Cyst size in patient of group A: a – before surgery; б – 6 months after surgery; в – 1 year after surgery; г – reduction of the cyst cavity 1.5 years after surgery.

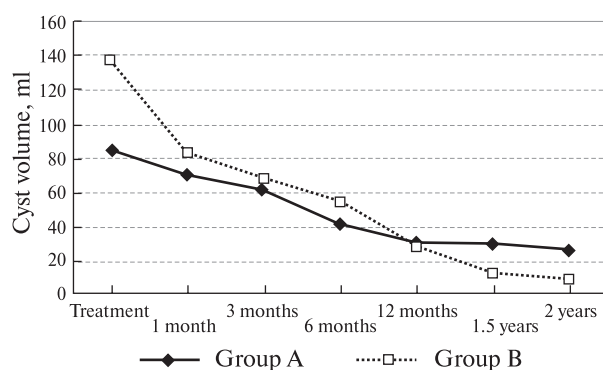


Fig. 3. Diagram. Change in the cysts volume during dynamic observation.

In group B, the mean cyst diameter was  $61.8 \pm 14.9$  mm, and the mean initial cyst volume was  $137.8 \pm 39.2$  cm<sup>3</sup>. Differences in the mean cyst diameters between group A and group B are statistically significant ( $p = 0.01$ ); differences in the mean initial cyst volume are not statistically significant ( $p = 0.16$ ).

In group A, after 1 month, the decrease in cyst volume averaged 16.7% (from 77.09 to 70.3 ml) compared with the initial size. After 3 months, the decrease in volume was 16.9% (from 77.09 to 61.5 ml), after 6 months – 49.8% (from 77.09 to 42.3 ml), after 1 year – 64.2% (from 77.09 to 30.2 ml), after 1.5 years – 65.2% (from 77.09 to 29.3 ml), after 2 years – 68.9% (from 77.09 to 26.2 ml). A decrease in cyst volume by more than 50% was noted in 3 (37.5%) of 8 cysts. Two (25%) of the 8 cysts underwent complete reduction. A statistically significant reduction in their volume and size after RFA was noted ( $p \leq 0.05$ ; Fig. 1).

In group B, after 1 month, the decrease in the volume of operated cysts averaged 39.6% (from 137.8 to 83.2 ml). After 3 months, the decrease in volume was 50.6% (from 137.8 to 68.04 ml), after 6 months – 60.4% (from 137.8 to 54.5 ml), after 1 year – 79.2% (s 137.8 to 28.6 ml), after 1.5 years – 91.2% (from 137.8 to 12.1 ml) and after 2 years – 93.6% (from 137.8 to 8.8 ml). After RFA, 6 (85.7%) of 7 cysts in group B decreased by more than 50%, the volume and size significantly decreased. A complete reduction of the cyst cavity was noted in 2 (28.5%) of 7 cases. The difference in the mean cyst volume before RFA and after 2 years in group B is statistically significant ( $p = 0.006$ ; Fig. 2).

The total decrease of cyst volume at the last CT-control was 68.9% in group A (from 77.09 to 26.2 ml), and 93.6% in group B (from 137.8 to 8.8 ml). The difference in the decrease of the cyst volume in group A and group B after 2 years is statistically significant ( $p = 0.03$ ). Thus, we can conclude that in group B there was a significantly more pronounced decrease in cyst volume than in group A (Fig. 3).

## Discussion

Normally, the inner surface of the bile ducts (simple liver cysts) is lined with a single-layer of columnar or cuboid epithelial cells [18]. The ultimate goal in the treatment of liver cysts is considered complete de-epithelialization. This leads to the transformation of a true cyst into a pseudocyst and the gradual fibrosis of its cavity [1, 19]. Incomplete elimination of the epithelial lining occurs due to the contact of the sclerosant with not all cells on the surface of the cyst cavity, which leads to continued secretion and recurrence [20]. There is a tendency to expanding of application of less traumatic methods, including US-guided puncture techniques, when consider selection of the surgical treatment of simple liver cysts [4, 21, 22].

The widespread PAIR method applies the chemical ablation of the cyst walls using various sclerosing agents, the damaging ability of which is based on the destruction of the cell membrane by chemical impact, cell dehydration, and protein denaturation [19, 22]. RF ablation by percutaneous access is technically similar to PAIR, but uses the thermal energy of the tissue generated by electromagnetic waves as a damaging effect. Thus, the claimed RFA method with the preinjection of a 10% sodium chloride solution combines the advantages both the thermal ablation and PAIR, due to the buffering properties of sodium chloride, which causes cell dehydration. Moreover, such a drawback of PAIR as the inability to examine the inner surface of the cyst to exclude neoplasia, is offset by the fact that RFA is used as a method of liver malignant tumors destruction [23].

RFA is particularly used for liver malignant tumor lesions; the essence of the method is the thermal ablation of tumor cells. The distribution of the thermal energy in solid tissue was studied in detail by Russian authors [24]. However, the method and purposes of RF ablation in tumors and cysts have fundamental differences. The “ideal” tumor ablation is regarded as the procedure in which the zone of coagulation necrosis extends beyond the borders of the tumor to the adjacent liver tissue to an 8–10 mm depth [21]. Considering that the inner surface of the cyst is lined with a single-layer of columnar or cuboid epithelium, in case of the cyst RFA it is enough to achieve the thermal necrosis of only this line of epithelial cells that secrete fluid to prevent relapse and thermal damage to the adjacent healthy tissue. The implementation of the RF ablation is possible either by contact with the walls of a collapsed cyst in case of a complete aspiration, or by heating the residual contents in case of an incomplete aspiration.

In the first case, the distribution of thermal damage occurs through the cystic wall and surrounding liver tissue. Depending on the initial size, the collapsed cyst cavity may have a different shape and availability for the contact RF ablation, considering of the 3-cm active tip of the electrode. After initiating

the RFA procedure, it is difficult to translocate the electrode in the cavity, since the artefacts that occur during heating change the ultrasound picture. Therefore, the surgical radicality can be improved only by enlargement the applied power or exposure time. However, the increasing of these parameters leads to the damaged area expansion not only to the epithelium, but also beyond the borders of the cyst, which causes ischemia and necrosis of healthy liver tissue. With the topographic proximity of the cyst capsule to the vascular or biliary structures, the inferior vena cava or intestines, there is a risk of their thermal damage, thrombosis, or the formation of biliary strictures [11, 25, 26]. It has been experimentally established that the 60 W power RF ablation for 60 seconds or more could cause the developing of the biliary stricture or perforation of the bile duct. The risk of damage increases if these parameters are exceeded [12].

In case of an incomplete aspiration, RFA is performed in a residual liquid cystic content, and the distribution of thermal energy depends of it volume and electrical conductivity. The possibility of irreversible cell damage even at a relatively low temperature (50–55 °C) for a longer time (4 min) has been established; and at a temperature of 60 °C cell necrosis occurs almost immediately [24]. Thus, in order to achieve necrosis of the inner lining epithelium, it is necessary to maintain the temperature of the nearby liquid content of 60 °C for a short period of exposure. This will be sufficient for irreversible damage the epithelial cells and prevention of the thermal injury extension of adjacent healthy tissues.

Domestic authors noted that the most intense heating during ablation occurs in the tissue adjacent to the electrode, gradually weakening to the periphery, and the process of heat transfer occurs with a certain time delay [24]. Since the electrode thermocouple only displays the values of a nearby liquid layer in the real time, as the rest of cyst volume is warms up gradually, the key is the close temperature monitoring of the near the cystic wall. To that end, after reaching the required temperature, we turned off the power and waited up to 1 minute. The temperature of the electrode started to decrease, and after its stabilization it was possible to determine the true temperature of the cystic content. Such monitoring was performed periodically as necessary, also providing the prevention of overheating. It should be noted, that heating of cysts with residual fluid took much slower than cysts with 10% sodium chloride solution. This is in agreement with research data in which the authors proved the ability of a sodium chloride solution to increase the RFA efficiency by increasing the electrical and thermal conductivity in a more stable and predictable way [14, 15].

The modified method implies RFA with the pre-injection of a 10% sodium chloride solution into the

cyst cavity without using the standard circulating pump cooling of the electrode. It allows to set and sustain the required temperature (60 °C) in the operation zone in the manual control of generator power mode. This ablation regime support within short time period leads to irreversible damage of cyst epithelial cells and minimal spread of thermal damage to healthy liver tissue at the same time. This is important for cyst location close to large vascular or biliary structures, the area of the hepatic hilum or hollow organs.

The study revealed that the use of the modified RFA method in group B led to a significantly more pronounced reduction in cyst volumes than in group A, even with an initially larger cyst volume in group B. Although the rate of a complete cyst reduction in groups did not show the significant difference (25% and 28.5%), the decrease of more than 50% of the initial volume in group B was greater than group A (85.7% and 37.5%). The total decrease of cyst volume at the last control in group B was 24.7% more than in group A ( $p = 0.03$ ).

## ● Conclusion

Minimally invasive technologies are replacing traditional interventions, the requirements for the safety of the operation and the postoperative period increase. Considering there is no unified concept in determining the method of surgical intervention, the benefits of modified RFA method allow to use it as an alternative treatment option for the management of simple hepatic cysts. As the result of the application of the modified method, the complete treatment of the liver cysts of almost any location was achieved by choosing the optimal temperature regime and exposure time, with minimal damage to adjacent healthy tissues and tubular structures. The advantages of the modified RFA method are minimal invasiveness, satisfactory therapeutic effect, the possibility of use in patients with severe concomitant diseases, which allows us to recommend it for use in short stay hospitals.

## Authors' participation

Cherkasov M.F. – concept and design of the study, editing, approval of the final version of the article.

Aboyan I.A. – concept and design of the study, editing, approval of the final version of the article.

Aboyan M.E. – editing.

Roshak B.V. – collection and analysis of scientific literature, performing surgical interventions, writing text, responsibility for the integrity of all parts of the article.

Malikov L.L. – editing.

Khanamirova L.Z. – collection and processing of data, editing.

Buharbaev R.M. – performing surgical interventions.

Frolova G.V. – collection and processing of data.

Melikova S.G. – statistical analysis.

## ● References

- Kochieva M.P., Bagmet N.N., Abdullayev A.G., Skipenko O.G. Treatment of biliary cysts of the liver and polycystic liver disease: a surgical view. *Russian Journal of Gastroenterology, Hepatology, Coloproctology*. 2010; 1: 30–37. (In Russian)
- Novomlinsky V.V., Glukhov A.A. *Neparazitarnye kisty pecheni. Diagnostika i lechenie* [Nonparasitic liver cysts. Diagnosis and treatment]. Voronezh, 2007. 215 p. (In Russian)
- Gall T.M., Oniscu G.C., Madhavan K., Parks R.W., Garden O.J. Surgical management and longterm follow-up of non-parasitic hepatic cysts. *HPB (Oxford)*. 2009; 11 (3): 235–241. <https://doi.org/10.1111/j.1477-2574.2009.00042.x>
- Zhavoronkova O.I. Management of larger than 10 cm nonparasitic liver cysts. *Annaly khirurgicheskoy gepatologii = Annals of HPB Surgery*. 2007; 12 (2): 116–122. (In Russian)
- Lee S., Seo D.W., Paik W.H., Park D.H., Lee S.S., Lee S.K., Kim M.H. Ethanol lavage of huge hepatic cysts by using EUS guidance and percutaneous approach. *Gastrointest. Endosc.* 2014; 80 (6): 1014–1021. <https://doi.org/10.1016/j.gie.2014.03.037>
- Safiullina Z.Kh. *Punktsionnye metody lecheniya neparazitarnykh kist pochek i pecheni pod kontrolem ul'trazvukovoy tomografii* [Puncture methods in treatment of nonparasitic cysts of the kidneys and liver controlled by ultrasound tomography: author. dis. ... cand. med. sci.]. Bashkir State University. Ufa, 1996. 23 p. (In Russian)
- Du X.L., Ma Q.J., Wu T., Lu J.G., Bao G.Q., Chu Y.K. Treatment of hepatic cysts by B-ultrasound-guided radiofrequency ablation. *Hepatobiliary Pancreat. Dis. Int.* 2007; 6 (3): 330–332. PMID:17548262
- Kim P.N., Lee Y., Won H.J., Shin Y.M. Radiofrequency ablation of hepatic cysts: evaluation of therapeutic efficacy. *J. Vasc. Interv. Radiol.* 2014; 25 (1): 92–96. <https://doi.org/10.1016/j.jvir.2013.09.020>
- Rhim H., Kim Y.S., Heo J.N., Koh B.H., Cho O.K., Kim Y., Seo H.S. Radiofrequency thermal ablation of hepatic cyst. *J. Vasc. Interv. Radiol.* 2004; 15 (1 Pt 1): 95–96.
- Novomlinsky V.V., Glukhov A.A., Chvikalov E.S., Ostroshko A.P. *Sposob lecheniya neparazitarnykh kist pecheni* [Method of treatment of nonparasitic liver cysts]. Patent RF № 2 485 907, 27.06.2013. (In Russian)
- Kim S.H., Lim H.K., Choi D., Lee W.J., Kim S.H., Kim M.J., Lee S.J., Lim J.H. Changes in bile ducts after radiofrequency ablation of hepatocellular carcinoma: frequency and clinical significance. *AJR Am. J. Roentgenol.* 2004; 183 (6): 1611–1617. <https://doi.org/10.2214/ajr.183.6.01831611>
- Park J.S., Jeong S., Kim J.M., Park S.S., Lee D.H. Development of swine benign biliary stricture model using endoscopic biliary radiofrequency ablation. *J. Korean Med. Sci.* 2016; 31 (9): 1438–1444. <https://doi.org/10.3346/jkms.2016.31.9.1438>
- Burdío F., Navarro A., Berjano E.J., Burdío J.M., Gonzalez A., Güemes A., Sousa R., Rufas M., Cruz I., Castiella T., Lozano R., Lequerica J.L., Grande L. Radiofrequency hepatic ablation with internally cooled electrodes and hybrid applicators with distant saline infusion using an in vivo porcine model. *Eur. J. Surg. Oncol.* 2008; 34 (7): 822–830. <https://doi.org/10.1016/j.ejso.2007.09.029>
- Lee J.M., Kim Y.K., Lee Y.H., Kim S.W., Li C.A., Kim C.S. Percutaneous radiofrequency thermal ablation with hypertonic saline injection: in vivo study in a rabbit liver model. *Korean J. Radiol.* 2003; 4 (1): 27–34. <https://doi.org/10.3348/kjr.2003.4.1.27>
- Lee J.M., Han J.K., Kim S.H., Shin K.S., Lee J.Y., Park H.S., Hur H., Choi B.I. Comparison of wet radiofrequency ablation with dry radiofrequency ablation and radiofrequency ablation using hypertonic saline preinjection: ex vivo bovine liver. *Korean J. Radiol.* 2004; 5 (4): 258–265. <https://doi.org/10.3348/kjr.2004.5.4.258>
- Lee J.M., Han J.K., Chang J.M., Chung S.Y., Kim S.H., Lee J.Y., Lee M.W., Choi B.I. Radiofrequency ablation of the porcine liver in vivo: increased coagulation with an internally cooled perfusion electrode. *Academic Radiology*. 2006; 13 (3): 343–352. <https://doi.org/10.1016/j.acra.2005.10.020>
- Cherkasov M.F., Aboyan I.A., Roshak B.V., Malikov L.L., Bukharbaev R.M., Ermakova L.A., Melikova S.G. *Sposob lecheniya neparazitarnykh kist pecheni* [Method of treatment of nonparasitic liver cysts]. Patent RF № 2 626 692, 31.07.2017 (In Russian)
- Macedo F.I. Current management of noninfectious hepatic cystic lesions: A review of the literature. *World J. Hepatol.* 2013; 5 (9): 462–469. <https://doi.org/10.4254/wjh.v5.i9.462>
- Larsen T.B., Rorvik J., Horn A., Karwinski B., Skadberg O., Pedersen O.M., Rosendahl K. Biochemical and cytologic analysis of cystic contents in benign non-parasitic symptomatic hepatic cysts before and after ethanol sclerotherapy. *Acta Radiol.* 2004; 45 (5): 504–509. <https://doi.org/10.1080/02841850410006588>
- Bean W.J., Rodan B.A. Hepatic cysts: treatment with alcohol. *AJR Am. J. Roentgenol.* 1985; 144 (2): 237–241. <https://doi.org/10.2214/ajr.144.2.237>
- Zhavoronkova O.I., Gavrilin A.V., Ionkin D.A. The contribution of interventional sonography to the development of organ-preserving technologies of the Vishnevsky Institute of Surgery in the treatment of patients with focal lesions of the liver and spleen. *Novosti khirurgii*. 2011; 19 (1): 94–102. (In Russian)
- Lee S., Seo D.W., Paik W.H., Park D.H., Lee S.S., Lee S.K., Kim M.H. Ethanol lavage of huge hepatic cysts by using EUS guidance and a percutaneous approach. *Gastrointest. Endosc.* 2014; 80 (6): 1014–1021. <https://doi.org/10.1016/j.gie.2014.03.037>
- Kim P. Reply to: Re: Radiofrequency Ablation of Hepatic Cysts: Evaluation of Therapeutic Efficacy. *Journal of vascular and interventional radiology: JVIR*. 2014; 25 (5): 809. <https://doi.org/10.1016/j.jvir.2014.01.009>
- Dolgushin B.I., Kosyrev V.Yu. Radiochastotnaya termoablaciya opuholej [Radiofrequency thermal ablation of tumors]. Moscow: “Prakticheskaya medicina”, 2015. P. 41–52. (In Russian)
- Koda M., Murawaki Y., Hirooka Y., Kitamoto M., Ono M., Sakaeda H. Complications of radiofrequency ablation for hepatocellular carcinoma in a multicenter study: An analysis of 16 346 treated nodules in 13 283 patients. *Hepatol. Res.* 2012; 42 (11): 1058–1064. PMID: 22583706. <https://doi.org/10.1111/j.1872-034X.2012.01025.x>
- Rhim H. Complications of radiofrequency ablation in hepatocellular carcinoma. *Abdom. Imaging*. 2005; 30 (4): 409–418. PMID: 15688113. <https://doi.org/10.1007/s00261-004-0255-7>

**Сведения об авторах [Authors info]**

**Черкасов Михаил Федорович** – доктор мед. наук, профессор, заведующий кафедрой хирургических болезней ФПК и ППС ФГБОУ ВО РостГМУ МЗ РФ. <https://orcid.org/0000-0001-7587-8406>. E-mail: [cherkasovmf@mail.ru](mailto:cherkasovmf@mail.ru)

**Абоян Игорь Артемович** – доктор мед. наук, профессор, главный врач МБУЗ КДЦ “Здоровье” г. Ростова-на-Дону. <https://orcid.org/0000-0002-2798-368X>. E-mail: [aboyan@center-zdorovie.ru](mailto:aboyan@center-zdorovie.ru)

**Абоян Марина Ефимовна** – канд. мед. наук, заместитель главного врача по организационно-методической работе МБУЗ КДЦ “Здоровье” г. Ростова-на-Дону. <https://orcid.org/0000-0003-1291-1349>. E-mail: [sekretar@center-zdorovie.ru](mailto:sekretar@center-zdorovie.ru)

**Рошак Борис Владиславович** – врач-хирург МБУЗ КДЦ “Здоровье” г. Ростова-на-Дону. <https://orcid.org/0000-0002-6430-261X>. E-mail: [boris-roshak@yandex.ru](mailto:boris-roshak@yandex.ru)

**Маликов Леонид Леонидович** – канд. мед. наук, заведующий хирургическим отделением №1 МБУЗ КДЦ “Здоровье” г. Ростова-на-Дону. <https://orcid.org/0000-0002-6304-2342>. E-mail: [malikov@center-zdorovie.ru](mailto:malikov@center-zdorovie.ru)

**Ханамирова Ляйля Загидулловна** – канд. мед. наук, заведующая амбулаторно-поликлиническим отделением №1 МБУЗ КДЦ “Здоровье” г. Ростова-на-Дону. <https://orcid.org/0000-0003-2441-5895>. E-mail: [khanamirova@yandex.ru](mailto:khanamirova@yandex.ru)

**Бухарбаев Руслан Махмудович** – канд. мед. наук, врач-хирург хирургического отделения №1 МБУЗ КДЦ “Здоровье” г. Ростова-на-Дону. <https://orcid.org/0000-0002-4528-7549>. E-mail: [bukharbaev863@yandex.ru](mailto:bukharbaev863@yandex.ru)

**Фролова Галина Васильевна** – врач-гастроэнтеролог амбулаторно-поликлинического отделения №1 МБУЗ КДЦ “Здоровье” г. Ростова-на-Дону. <https://orcid.org/0000-0003-3129-2125>. E-mail: [frolova-gv@mail.ru](mailto:frolova-gv@mail.ru)

**Меликова Сабина Гаджиевна** – старший лаборант кафедры хирургических болезней ФПК и ППС ФГБОУ ВО РостГМУ МЗ РФ, врач-хирург. <https://orcid.org/0000-0002-1966-1664>. E-mail: [sarbonka@bk.ru](mailto:sarbonka@bk.ru)

*Для корреспонденции* \*: Рошак Борис Владиславович – 344011, г. Ростов-на-Дону, пер. Долomanовский, 70/3, Российская Федерация. Тел.: 8-928-106-03-61. E-mail: [boris-roshak@yandex.ru](mailto:boris-roshak@yandex.ru)

**Mikhail F. Cherkasov** – Doct. of Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Surgical Diseases, Faculty of Continuing Education and Professional Retraining, Rostov State Medical University. <http://orcid.org/0000-0001-7587-8406>. E-mail: [cherkasovmf@mail.ru](mailto:cherkasovmf@mail.ru)

**Igor A. Aboyan** – Doct. of Sci. (Med.), Professor, Head of the Clinical Diagnostic Center “Zdorovie”, Rostov-on-Don. <http://orcid.org/0000-0002-2798-368X>. E-mail: [aboyan@center-zdorovie.ru](mailto:aboyan@center-zdorovie.ru)

**Marina E. Aboyan** – Cand. of Sci. (Med.), Deputy Chief Doctor for Organizational and Methodological Work of the Clinical Diagnostic Center “Zdorovie”, Rostov-on-Don. <http://orcid.org/0000-0003-1291-1349>. E-mail: [sekretar@center-zdorovie.ru](mailto:sekretar@center-zdorovie.ru)

**Boris V. Roshak** – Surgeon of the Clinical Diagnostic Center “Zdorovie”, Rostov-on-Don. <http://orcid.org/0000-0002-6430-261X>. E-mail: [boris-roshak@yandex.ru](mailto:boris-roshak@yandex.ru)

**Leonid L. Malikov** – Cand. of Sci. (Med.), Head of the Surgical Department No.1 of the Clinical Diagnostic Center “Zdorovie”, Rostov-on-Don. <http://orcid.org/0000-0002-6304-2342>. E-mail: [malikov@center-zdorovie.ru](mailto:malikov@center-zdorovie.ru)

**Layla Z. Khanamirova** – Cand. of Sci. (Med.), Head of the Ambulatory Department №1 of the Clinical Diagnostic Center “Zdorovie”, Rostov-on-Don. <http://orcid.org/0000-0003-2441-5895>. E-mail: [khanamirova@yandex.ru](mailto:khanamirova@yandex.ru)

**Ruslan M. Bukharbaev** – Cand. of Sci. (Med.), Surgeon of the Surgical Department No.1 of the Clinical Diagnostic Center “Zdorovie”, Rostov-on-Don. <http://orcid.org/0000-0002-4528-7549>. E-mail: [bukharbaev863@yandex.ru](mailto:bukharbaev863@yandex.ru)

**Galina V. Frolova** – Gastroenterologist of the Ambulatory Department №1 of the Clinical Diagnostic Center “Zdorovie”, Rostov-on-Don. <http://orcid.org/0000-0003-3129-2125>. E-mail: [frolova-gv@mail.ru](mailto:frolova-gv@mail.ru)

**Sabina G. Melikova** – Senior Laboratory Assistant, Department of Surgical Diseases, Rostov State Medical University, Surgeon. <http://orcid.org/0000-0002-1966-1664>. E-mail: [sarbonka@bk.ru](mailto:sarbonka@bk.ru)

*For correspondence* \*: Boris V. Roshak – Surgical Department №1, Clinical Diagnostic Center “Zdorovie”, Dolomanovsky side str., 70/3, Rostov-on-Don, 344011, Russian Federation. Phone: +7-928-106-03-61. E-mail: [boris-roshak@yandex.ru](mailto:boris-roshak@yandex.ru)

Статья поступила в редакцию журнала 7.08.2019.

Received 7 August 2019.

Принята к публикации 10.09.2019.

Accepted for publication 10 September 2019.