

DOI: <https://doi.org/10.17816/psaic987>

Научная статья



## Эффективность 3D-визуализации у детей с абдоминальным эхинококкозом

С.В. Минаев<sup>1</sup>, И.Н. Герасименко<sup>1</sup>, Н.И. Быков<sup>2</sup>, А.Н. Григорова<sup>1</sup>, С.И. Тимофеев<sup>3</sup>,  
Ф.В. Доронин<sup>1</sup>, М.Ф. Рубанова<sup>1</sup>, А.Е. Мишвелов<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ставропольский государственный медицинский университет, Ставрополь, Россия;

<sup>2</sup> Краевая детская клиническая больница, Ставрополь, Россия;

<sup>3</sup> Дальневосточный государственный медицинский университет, Хабаровск, Россия

**Актуальность.** Применение лапароскопических технологий в лечении абдоминального эхинококкоза сопровождается развитием осложнений. Поэтому проведение исследований, направленных на оптимизацию хирургических подходов, обеспечивающих снижение интра- и послеоперационных осложнений при эхинококкозе печени, являются крайне актуальными.

**Цель.** Оценка возможности применения 3D-технологий у детей с абдоминальным эхинококкозом, позволивших повысить эффективность лапароскопического лечения и снизить количество осложнений.

**Материалы и методы.** Проведен проспективный анализ историй болезни с 2013 по 2019 г. у 43 детей с изолированным эхинококкозом печени, которым выполнялась многопортовая лапароскопическая эхинококкэктомия. В предоперационном периоде 25 пациентам основной группы применялся комплекс современных 3D-технологий (создание компьютерной 3D-реконструкции печени с паразитарной кистой и печать 3D-модели органа с сосудами и желчевыводящими протоками).

**Результаты.** Использование компьютерной виртуальной визуализации с трехмерной реконструкцией паразитарной кисты и прилежащих к ней кровеносных сосудов с желчными протоками позволило изготовить 3D-модель печени. Данный подход обеспечил возможность персонализированного лапароскопического вмешательства. При этом в основной группе отмечалось в послеоперационном периоде развитие одного (4,0 %) осложнения (остаточная полость). В группе сравнения имело место два (11,1 %) осложнения в виде желчного свища и остаточной полости.

**Заключение.** Таким образом, применение 3D-технологий у детей с абдоминальным эхинококкозом позволяет повысить эффективность лапароскопического лечения и снизить количество осложнений.

**Ключевые слова:** 3D-моделирование; хирургия; печень; эхинококкоз; лапароскопия; дети.

### Как цитировать:

Минаев С.В., Герасименко И.Н., Быков Н.И., Григорова А.Н., Тимофеев С.И., Доронин Ф.В., Рубанова М.Ф., Мишвелов А.Е. Эффективность 3D-визуализации у детей с абдоминальным эхинококкозом // Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии. 2021. Т. 11, № 4. С. 455–462. DOI: <https://doi.org/10.17816/psaic987>

DOI: <https://doi.org/10.17816/psaic987>

Research article

## Efficiency of 3D imaging in children with abdominal echinococcosis

Sergey V. Minaev<sup>1</sup>, Igor N. Gerasimenko<sup>1</sup>, Nikolay I. Bykov<sup>2</sup>, Alina N. Grigorova<sup>1</sup>,  
Sergey I. Timofeev<sup>3</sup>, Fedor V. Doronin<sup>1</sup>, Mariya F. Rubanova<sup>1</sup>, Artem E. Mishvelov<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Stavropol State Medical University, Stavropol, Russia;

<sup>2</sup> Regional Children's Clinical Hospital, Stavropol, Russia;

<sup>3</sup> Far Eastern State Medical University, Khabarovsk, Russia

**BACKGROUND:** Laparoscopy in the treatment of abdominal echinococcosis is accompanied by complications. Therefore, studies on optimizing surgical approaches that reduce intra- and postoperative complications in liver echinococcosis are extremely relevant.

**AIM:** This study aimed to assess the possibility of using three-dimensional (3D) technologies in children with abdominal echinococcosis to determine whether it can increase the efficiency of laparoscopic treatment and reduce complications.

**MATERIALS AND METHODS:** A prospective analysis was conducted from 2013 to 2019 among 43 children with isolated liver echinococcosis who underwent multiport laparoscopic echinococcectomy. In the preoperative period, 25 patients from the main group used a complex of modern 3D technology: creating a 3D reconstruction of a liver with a parasitic cyst and then printing a 3D model of an organ with vessels and bile ducts.

**RESULTS:** The use of virtual computer visualization with the 3D reconstruction of the parasitic cyst and adjacent blood vessels with bile ducts made it possible to produce a 3D liver model. This approach provided the possibility of personalized laparoscopic access and precision in performing surgeries. Postoperatively, residual cavity ( $n = 1$ , 4.0%) was observed in the main group and biliary fistula and residual cavity ( $n = 2$ , 11.1%) in the comparison group.

**CONCLUSIONS:** Thus, the use of 3D technologies in children with abdominal echinococcosis can increase the efficiency of laparoscopic treatment and reduce the number of early and late complications.

**Keywords:** 3D model; surgery; liver; echinococcosis; laparoscopy; children.

### To cite this article:

Minaev SV, Gerasimenko IN, Bykov NI, Grigorova AN, Timofeev SI, Doronin FV, Rubanova MF, Mishvelov AT. Efficiency of 3D imaging in children with abdominal echinococcosis. *Russian Journal of Pediatric Surgery, Anesthesia and Intensive Care*. 2021;11(4):455-462. DOI: <https://doi.org/10.17816/psaic987>

## ВВЕДЕНИЕ

Компьютерные технологии в современной хирургии стали занимать все большую нишу. Составление плана оперативного лечения с применением искусственного интеллекта дает возможность создания виртуальной трехмерной реконструкции патологического образования с использованием специализированного программного обеспечения [1–4]. В итоге это позволяет сократить количество ранних и поздних осложнений [5, 6]. Вместе с тем в детской хирургической практике использование 3D-технологий еще не нашло большого распространения [7–11]. Поэтому работы, исследующие различные виды применения искусственного интеллекта в детском возрасте, крайне востребованы.

При абдоминальном эхинококкозе хирургический способ является доминирующим методом лечения [12]. До 90-х годов прошлого века оперативное лечение эхинококкоза состояло в применении традиционных открытых оперативных вмешательств. При этом резидуальный/рецидивный эхинококкоз составлял от 17 до 22,3 % [13].

В связи с развитием лапароскопических технологий последние начали применяться при неосложненных формах эхинококкоза, а также в случае отказа пациента от открытого оперативного вмешательства и при высоком операционном риске. Показания к лапароскопии основывались на всемирно признанной классификации H. Gharbi [14] и соответствовали рекомендациям согласительной комиссии Всемирной организации здравоохранения по эхинококкозу [15].

Несмотря на широкое применение хирургического подхода в лечении абдоминального эхинококкоза, структура и частота послеоперационных осложнений остается достаточно высокой [16]. Образование билиарных свищей и различных видов септических осложнений после эхинококкэктомии регистрируется в 1/3 – 2/3 случаев. Образование остаточной полости встречается у 1/5 части пациентов. Более редкие осложнения — развитие спаечной кишечной непроходимости, прорыв паразитарной кисты в свободную брюшную полость, развитие механической желтухи и др. [17, 18]. Поэтому проведение исследований, направленных на оптимизацию хирургических подходов, обеспечивающих снижение интра- и послеоперационных осложнений при эхинококкозе печени, являются крайне актуальными.

*Цель исследования* — улучшение результатов лечения абдоминального эхинококкоза у детей путем применения современных 3D-технологий.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

С 2013 по 2019 г. 43 пациентам 8–14 лет с солитарным эхинококкозом печени выполняли многопортовую лапароскопическую эхинококкэктомию [19]. Отмечалось

превалирование заболеваемости мальчиков перед девочками [67,4 % (29) и 32,6 % (14) соответственно]. Критерии включения в исследование: дети с одиночной эхинококковой кистой печени размером более 50 мм в диаметре, согласие на участие в исследовании и отсутствие другихотягощающих факторов. Критериями исключения служили: сочетанный эхинококкоз внутренних органов (печени, легких, селезенки, головного мозга), паразитарные кисты размером менее 50 мм, прием глюкокортикостероидов, наличие врожденной патологии печени и легких, рецидив эхинококкоза, отказ от участия в исследовании.

При включении в исследование осуществлялась клинико-инструментальная оценка: антропометрических данных (масса тела, рост); показателей жизненно важных функций организма (частота сердечных сокращений, частота дыхательных движений, артериальное давление и температура); гематологические и биохимические исследования (альбумин, щелочная фосфатаза, аланинаминотрансфераза, аспартатаминотрансфераза, бикарбонат кальция, хлорид, креатинин, глюкоза, фосфат, калий, натрий, общий и прямой билирубин); исследование крови на паразитарную инвазию (реакция непрямой гемагглютинации, IgG на эхинококкоз однокамерный); ультразвуковое исследование органов брюшной полости; обзорная рентгенография органов грудной и брюшной полости; компьютерная томография органов брюшной полости с контрастным усилением.

Пациенты были разделены на 2 группы: основная группа (25 детей) и группа сравнения (18 пациентов).

В основной группе для улучшения результатов лапароскопических технологий в детской хирургии мы использовали 3D-технологии. В связи с чем выполняли 3D-моделирование в программном комплексе, включающем в себя: DoctorCT (Ставрополь, Россия), КиберСклиф 1.0 (Ставрополь, Россия) и 3D Builder (Майкрософт, США). Основой для построения виртуальной 3D-модели печени с паразитарной кистой служили данные спиральной компьютерной томографии (в формате DICOM), полученные методом многопланового сканирования высокого разрешения (с шагом 500 мкм) со сегментацией визуального образа [2]. На основании полученных данных производили печать реалистичной прозрачной 3D-модели печени с паразитарной кистой и желчевыделительной системой на 3D-принтере Formlabs Form 2 (Formlabs, США).

В группе сравнения производили только многопортовую лапароскопическую эхинококкэктомию.

Статистические различия и достоверность определяли с использованием программы Statistica 10.0 (StatSoft, США). Полученные данные были обработаны методами вариационной статистики, достоверность различий оценивали с помощью критерия хи-квадрат Пирсона.



**Рис. 1.** Расположение прецизионных лапароскопических портов на передней брюшной стенке при проведении оперативного вмешательства после проведения трехмерной реконструкции паразитарной кисти с прилежащими к ней желчными протоками

**Fig. 1.** Location of the precision laparoscopic ports on the abdominal wall during surgery after the 3D reconstruction of the hydatid cyst of the liver with adjacent bile ducts

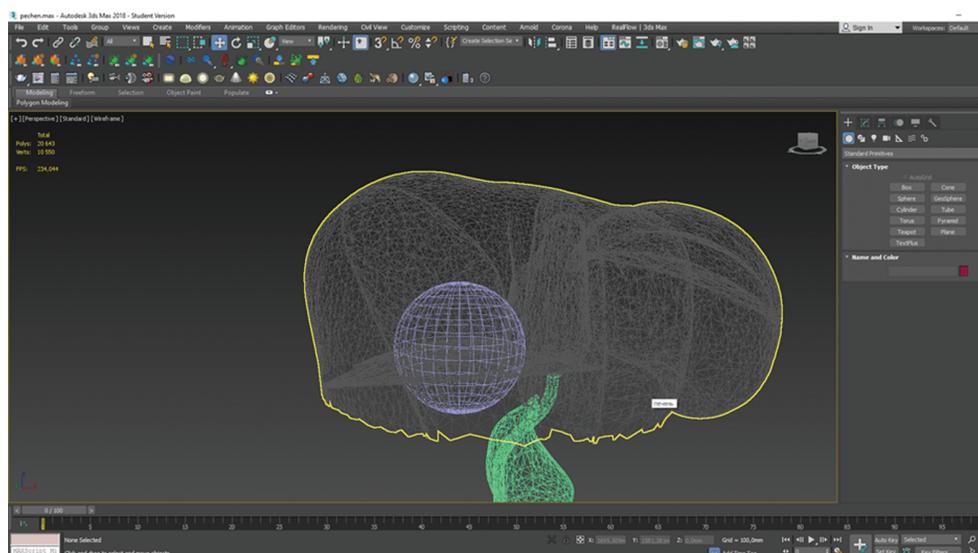
## РЕЗУЛЬТАТЫ

Применение многопортовой лапароскопической эхинококэктомии позволило получить хорошие непосредственные и отдаленные результаты в обеих группах. Время выполнения лапароскопии в обеих группах составило  $76,2 \pm 5,4$  мин в основной группе и  $90,3 \pm 8,1$  мин в группе сравнения.

В основной группе, благодаря изготовлению 3D-модели печени и проведению персонализированного лапароскопического вмешательства, включая постановку портов (рис. 1) и интраоперационную ликвидацию желчных коллекторов, в послеоперационном периоде отмечали развитие осложнения у 1 пациента (4,0 %) в виде остаточной полости, которая самостоятельно рассосалась через 1 год после оперативного вмешательства. В группе сравнения послеоперационные осложнения были зафиксированы в 11,1 % случаев. У 1 (5,55 %) пациента отмечалось развитие желчного свища, который закрылся через 1,5 мес. консервативного лечения с помощью наружного дренирования. Кроме того, после операции сохранялась остаточная полость у 1 (5,55 %) ребенка, которая потребовала ее лапароскопического устранения через 1 год после вмешательства.

Используемый подход в виртуальном 3D-моделировании позволил нам воссоздать анатомические взаимоотношения паразитарного поражения печени с прилегающими сегментарными и субсегментарными желчевыводящими протоками (рис. 2). На основании полученных данных нами была выработана тактика оперативного вмешательства, учитывающая возникновение сложностей при проведении оперативного пособия.

Созданная 3D-модель печени с паразитарной кистой и реалистичным взаимоотношением анатомических структур (рис. 3) позволила достаточно детально оценить голотопию с синтопией пораженного эхинококкозом органа. Это, в свою очередь, дало возможность смоделировать планируемое хирургическое вмешательство, включая и расположение лапароскопических портов на передней брюшной стенке. Благодаря тому, что оболочка 3D-модели печени имела прозрачную стенку, мы смогли



**Рис. 2.** Виртуальная 3D-реконструкция печени. Визуализируется кистозное образование в VII–VIII сегментах печени с прилегающими сегментарными и субсегментарными желчевыводящими протоками

**Fig. 2.** Virtual 3D reconstruction of the liver. The cystic formation of the liver is visualized in the VII–VIII segments of the liver with adjacent segmental and subsegmental bile ducts

представить действительную модель пораженного органа, отвечающую всем требованиям абдоминальной паразитарной хирургии.

## ОБСУЖДЕНИЕ

В мультицентровом исследовании, проведенном А.Н. Лотовым и соавт. [18], при использовании минимально инвазивных методов лечения при эхинококкозе печени у 389 взрослых и 87 детей были получены достаточно высокие показатели лечения. В работе были четко сформированы показания для проведения операций под ультразвуковым или рентгентелевизионным наведением и лапароскопические вмешательства при наличии паразитарных кист, не выходящих за пределы 2–3 сегментов печени с жизненным циклом эхинококка CL, CE1–CE4. Обязательным моментом в лечении служила предварительная чрескожная или интраоперационная обработка 85–87 % раствором глицерина с экспозицией 7–10 мин. Итогом лечения стал не только хороший результат, но и малая травматичность оперативного подхода с быстрой реабилитацией пациентов. В 0,3 % случаев развился рецидив эхинококкоза по дренажному каналу. При этом у 20 % пациентов отмечалось развитие цистобилиарных свищей. Нагноение остаточной полости отмечалось у 1,7 % пациентов, устраненное миниинвазивным способом. О значительном числе осложнений (от 18,9 до 52,4 %) после различных видов оперативного лечения эхинококковых кист печени сообщают и другие авторы [20, 21].

Результаты анализа применения 3D-моделирования в гепатобилиарной хирургии показывают его эффективность при многих видах патологии печени, в том числе и при различных формах эхинококкоза. Так, У.В. Не и соавт. [22] при использовании данного метода при предоперационном планировании у пациентов с альвеолярным эхинококкозом выявили достоверное снижение среднего времени операции и кровопотери по сравнению с контрольной группой. Д.Н. Панченков и соавт. [23] сообщают, что из 29 оперированных пациентов у 6 (20,7 %) на этапе предоперационного моделирования был изменен планируемый объем резекции печени.

Применение в нашем исследовании в предоперационном периоде виртуальной реконструкции с печатью 3D-модели печени, имеющей эхинококковую кисту, позволило не только определиться в выборе оптимального расположения лапароскопических портов, но и визуализировать интимно лежащие желчные протоки, которые после удаления кисты могли трансформироваться в билиарные свищи. Проведенная в этой связи обработка плазменным потоком остаточной полости с визуализированным желчным коллектором у пациента в области фиброзной капсулы позволила избежать развития этого осложнения у пациентов основной группы.



**Рис. 3.** Прозрачная реалистичная 3D-модель печени с паразитарной кистой и желчными путями, изготовленная на основании данных спиральной компьютерной томографии ребенка с эхинококкозом правой доли печени

**Fig. 3.** Transparent realistic 3D model of the liver with a parasitic cyst and biliary tract made based on spiral CT data of a child with echinococcosis of the right liver lobe

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, улучшение результатов лечения абдоминального эхинококкоза в детской хирургии возможно при использовании современных 3D-технологий. На основании предоперационного планирования с виртуальной реконструкцией пораженного органа появилась возможность изготовления реалистичной прозрачной 3D-модели печени с паразитарной кистой и желчевыводительной системой. Благодаря чему у детей с абдоминальным эхинококкозом не только повысилась эффективность лапароскопического лечения, но и снизилось количество осложнений.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Вклад авторов.** Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

**Источник финансирования.** Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

## ADDITIONAL INFORMATION

**Author's contribution.** All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition,

analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published, and agree to be accountable for all aspects of the work.

**Competing interests.** The authors declare that they have no competing interests.

**Funding source.** This study was not supported by any external sources of funding.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Deo K.B., Kumar R., Tiwari G., et al. Surgical management of hepatic hydatid cysts — conservative versus radical surgery // *HPB (Oxford)*. 2020. Vol. 22. No. 10. P. 1457–1462. DOI: 10.1016/j.hpb.2020.03.003
2. Mishvelov A.E., Ibragimov A.Kh., Amaliev I.T., et al. Computer-assisted surgery: virtual-and augmented-reality displays for navigation during planning and performing surgery on large joints // *Pharmacophore*. 2021. Vol. 12. No. 2. P. 32–38. DOI: 10.51847/50jmUdfufl
3. Girón-Vallejo Ó., García-Calderón D., Ruiz-Pruneda R., Caello-Laureano R. Three-dimensional printed model of bilateral Wilms tumor: A useful tool for planning nephron sparing surgery // *Pediatric Blood & Cancer*. 2018. Vol. 65. No. 4. ID e26894. DOI: 10.1002/pbc.26894
4. Hite G.J., Mishvelov A.E., Melchenko E.A., et al. Holodoctor Planning Software Real-Time Surgical Intervention // *Pharmacophore*. 2019. Vol. 10. No. 3. P. 57–60.
5. Krauel L., Fenollosa F., Riaza L., et al. Use of 3D prototypes for complex surgical oncologic cases // *World J Surg*. 2016. Vol. 40. No. 4. P. 889–894. DOI: 10.1007/s00268-015-3295-y
6. Минаев С.В., Герасименко И.Н., Щетинин Е.В., и др. Трехмерная реконструкция в хирургии эхинококкоза печени // *Медицинский вестник Северного Кавказа*. 2019. Т. 14, № 1-2. С. 220–223. DOI: 10.14300/mnnc.2019.14019
7. Selitsky S., Selitskaya N., Schult J. Machine learning approach to classification of sleep electroencephalograms from newborns at risk of brain pathologies // *Medical News of North Caucasus*. 2021. Vol. 16. No. 2. P. 140–143. DOI: 10.14300/mnnc.2021.16031
8. Jakaite L., Schetinin V., Hladuvka J., et al. Deep learning for early detection of pathological changes in X-ray bone microstructures: case of osteoarthritis // *Sci Rep*. 2021. Vol. 11. ID 2294. DOI: 10.1038/s41598-021-81786-4
9. Zhao J., Zhou X.J., Zhu C.Z., et al. 3D simulation assisted resection of giant hepatic mesenchymal hamartoma in children // *Comput Assist Surg*. 2017. Vol. 22. No. 1. P. 54–59. DOI: 10.1080/24699322.2017.1358401
10. Варганов М.В., Некрасова Д.А., Огнетов С.Ю., Леднева А.В. 3D-тренажер для изучения особенностей строения канала лицевого нерва при планировании отохирургических операций // *Медицинский вестник Северного Кавказа*. 2018. Т. 13, № 1-1. С. 56–58. DOI: 10.14300/mnnc.2018.13016
11. Vijayavenkataraman S., Fuh J.Y.H., Lu W.F. 3D Printing and 3D bioprinting in pediatrics // *Bioengineering (Basel)*. 2017. Vol. 4. No. 3. P. 63. DOI: 10.3390/bioengineering4030063
12. Al-Saeedi M., Ramouz A., Khajeh E., et al. Endocystectomy as a conservative surgical treatment for hepatic cystic echinococcosis: A systematic review with single-arm meta-analysis // *PLoS Negl Trop Dis*. 2021. Vol. 15. No. 5. ID e0009365. DOI: 1371/journal.pntd.0009365
13. Marrone G., Crino F., Caruso S., et al. Multidisciplinary imaging of liver hydatidosis // *World J Gastroenterol*. 2012. Vol. 18. No. 13. P. 1438–1447. DOI: 10.3748/wjg.v18.i13.1438
14. Gharbi H.A., Hassine W., Brauner M.W., Dupuch K. Ultrasound examination of the hydatid liver // *Radiology*. 1981. Vol. 139. No. 2. P. 459–463. DOI: 10.1148/radiology.139.2.7220891
15. Stojkovic M., Weber T.F., Junghanss T. Clinical management of cystic echinococcosis: state of the art and perspectives // *Curr Opin Infect Dis*. 2018. Vol. 31. No. 5. P. 383–392. DOI: 10.1371/journal.pntd.0009370
16. Minaev S.V., Razin M.P., Axelrov M.A., et al. Hydatid cyst morbidity in endemic regions of Countries of the Community of Independent states: a multicenter study // *Medical News of North Caucasus*. 2018. Vol. 13. No. 3. P. 453–458. DOI: 10.14300/mnnc.2018.13076
17. Шангареева Р.Х. Приоритетные направления в лечении детей с эхинококкозом печени // *Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология*. 2012. № 9. С. 3–8.
18. Лотов А.Н., Черная Н.Р., Бугаев С.А., и др. Сберегающая хирургия при эхинококкозе печени // *Анналы хирургической гепатологии*. 2011. Т. 16, № 4. С. 11–18.
19. Minaev S.V., Gerasimenko I.N., Kirgizov I.V., et al. Laparoscopic treatment in children with hydatid cyst of the liver // *World J Surg*. 2017. Vol. 41. No. 12. P. 3218–3223. DOI: 10.1007/s00268-017-4129-x
20. Шамсиев Ж.А., Петлах В.И. Хирургическое лечение эхинококковых кист печени у детей // *Врач*. 2011. № 8. С. 44–47.
21. Заривчацкий М.Ф., Мугатаров И.Н., Каменских Е.Д., и др. Хирургическое лечение эхинококкоза печени // *Пермский медицинский журнал*. 2021. Т. 38, № 3. С. 32–40. DOI: 10.17816/pmj38332-40
22. He Y.B., Bai L., Aji T., et al. Application of 3D reconstruction for surgical treatment of hepatic alveolar echinococcosis // *World J Gastroenterol*. 2015. Vol. 21. No. 35. P. 10200–10207. DOI: 10.3748/wjg.v21.i35.10200
23. Панченков Д.Н., Иванов Ю.В., Колсанов А.В., и др. Виртуальное 3D-моделирование в хирургии печени // *Вестник хирургии имени И.И. Грекова*. 2019. Т. 178, № 5. С. 74–80. DOI: 10.24884/0042-4625-2019-178-5-74-80

## REFERENCES

1. Deo KB, Kumar R, Tiwari G, et al. Surgical management of hepatic hydatid cysts - conservative versus radical surgery. *HPB (Oxford)*. 2020;22(10):1457–1462. DOI: 10.1016/j.hpb.2020.03.003
2. Mishvelov AE, Ibragimov AKh, Amaliev IT, et al. Computer-assisted surgery: virtual-and augmented-reality displays for navigation during planning and performing surgery on large joints. *Pharmacophore*. 2021;12(2):32–38. DOI: 10.51847/50jmUfdufl
3. Girón-Vallejo Ó, García-Calderón D, Ruiz-Pruneda R, Caello-Laureano R. Three-dimensional printed model of bilateral Wilms tumor: A useful tool for planning nephron sparing surgery. *Pediatric Blood & Cancer*. 2018;65(4):e26894. DOI: 10.1002/pbc.26894
4. Hite GJ, Mishvelov AE, Melchenko EA, et al. Holodoctor Planning Software Real-Time Surgical Intervention. *Pharmacophore*. 2019;10(3):57–60.
5. Krauel L, Fenollosa F, Rianza L, et al. Use of 3D prototypes for complex surgical oncologic cases. *World J Surg*. 2016;40(4):889–894. DOI: 10.1007/s00268-015-3295-y
6. Minaev SV, Gerasimenko IN, Shchetinin EV, et al. 3D reconstruction in surgery of hydatid cyst of the liver. *Medical News of North Caucasus*. 2019;14(1-2):220–223. (In Russ.) DOI: 10.14300/mnnc.2019.14019
7. Selitsky S, Selitskaya N, Schult J. Machine learning approach to classification of sleep electroencephalograms from newborns at risk of brain pathologies. *Medical News of North Caucasus*. 2021;16(2):140–143. DOI: 10.14300/mnnc.2021.16031
8. Jakaite L, Schetinin V, Hladuvka J, et al. Deep learning for early detection of pathological changes in X-ray bone microstructures: case of osteoarthritis. *Sci Rep*. 2021;11:2294. DOI: 10.1038/s41598-021-81786-4
9. Zhao J, Zhou XJ, Zhu CZ, et al. 3D simulation assisted resection of giant hepatic mesenchymal hamartoma in children. *Comput Assist Surg*. 2017;22(1):54–59. DOI: 10.1080/24699322.2017.1358401
10. Varganov MV, Nekrasova DA, Ognetrov SYu, Ledneva AV. 3D-simulator for studying the structure of the facial nerve channel in otosurgery. *Medical News of North Caucasus*. 2018;13(1-1):56–58. (In Russ.) DOI: 10.14300/mnnc.2018.13016
11. Vijayavenkataraman S, Fuh JYH, Lu WF. 3D Printing and 3D bioprinting in pediatrics. *Bioengineering (Basel)*. 2017;4(3):63. DOI: 10.3390/bioengineering4030063
12. Al-Saeedi M, Ramouz A, Khajeh E, et al. Endocystectomy as a conservative surgical treatment for hepatic cystic echinococcosis: A systematic review with single-arm meta-analysis. *PLoS Negl Trop Dis*. 2021;15(5):e0009365. DOI: 10.1371/journal.pntd.0009365
13. Marrone G, Crino F, Caruso S, et al. Multidisciplinary imaging of liver hydatidosis. *World J Gastroenterol*. 2012;18(13):1438–1447. DOI: 10.3748/wjg.v18.i13.1438
14. Gharbi HA, Hassine W, Brauner MW, Dupuch K. Ultrasound examination of the hydatid liver. *Radiology*. 1981;139(2):459–463. DOI: 10.1148/radiology.139.2.7220891
15. Stojkovic M, Weber TF, Junghanss T. Clinical management of cystic echinococcosis: state of the art and perspectives. *Curr Opin Infect Dis*. 2018;31(5):383–392. DOI: 10.1371/journal.pntd.0009370
16. Minaev SV, Razin MP, Axelrov MA, et al. Hydatid cyst morbidity in endemic regions of Countries of the Community of Independent states: a multicenter study. *Medical News of North Caucasus*. 2018;13(3):453–458. DOI: 10.14300/mnnc.2018.13076
17. Shangareyev RKh. Priorities in treatment of liver echinococcosis in children. *The Experimental and Clinical Gastroenterology Journal*. 2012;(9):3–8. (In Russ.)
18. Lotov AN, Chernaya NR, Bugaev SA, et al. Organ sparing surgery in the liver echinococcosis. *Annals of HPB Surgery*. 2011;16(4):11–18. (In Russ.)
19. Minaev SV, Gerasimenko IN, Kirgizov IV, et al. Laparoscopic treatment in children with hydatid cyst of the liver. *World J Surg*. 2017;41(12):3218–3223. DOI: 10.1007/s00268-017-4129-x
20. Shamslyev ZhA, Petlakh VI. Surgical treatment for hydatid cysts of the liver in children. *The Doctor*. 2011;(8):44–47. (In Russ.)
21. Zarivchatskiy MF, Mugatarov IN, Kamenskikh ED, et al. Surgical treatment of liver echinococcosis. *Perm medical journal*. 2021;38(3):32–40. (In Russ.) DOI: 10.17816/pmj38332-40
22. He YB, Bai L, Aji T, et al. Application of 3D reconstruction for surgical treatment of hepatic alveolar echinococcosis. *World J Gastroenterol*. 2015;21(35):10200–10207. DOI: 10.3748/wjg.v21.i35.10200
23. Panchenkov DN, Ivanov YuV, Kolsanov AV, et al. Virtual color 3D-modeling in liver surgery. *Grekov's Bulletin of Surgery*. 2019;178(5):74–80. (In Russ.) DOI: 10.24884/0042-4625-2019-178-5-74-80

## ОБ АВТОРАХ

\*Сергей Викторович Минаев, д-р мед. наук, профессор;  
адрес: Россия, 355017, Ставрополь, ул. Мира, д. 310;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8405-6022>;  
eLibrary SPIN: 3113-6982; e-mail: [sminaev@yandex.ru](mailto:sminaev@yandex.ru)

Игорь Николаевич Герасименко, канд. мед. наук;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3003-612X>;  
eLibrary SPIN: 7830-6767; e-mail: [igor9551@yandex.ru](mailto:igor9551@yandex.ru)

## AUTHORS INFO

\*Sergey V. Minaev, Dr. Sci. (Med.), Professor;  
address: 310, Mira st., Stavropol, 355017, Russia;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8405-6022>;  
eLibrary SPIN: 3113-6982; e-mail: [sminaev@yandex.ru](mailto:sminaev@yandex.ru)

Igor N. Gerasimenko, Cand. Sci. (Med.);  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3003-612X>;  
eLibrary SPIN: 7830-6767; e-mail: [igor9551@yandex.ru](mailto:igor9551@yandex.ru)

**Николай Иванович Быков**, канд. мед. наук;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1341-2966>;  
eLibrary SPIN: 7567-6779; e-mail: 26bykov@yandex.ru

**Алина Николаевна Григорова**, канд. мед. наук;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5020-232X>;  
eLibrary SPIN: 1762-8310; e-mail: alina.mashchenko@mail.ru

**Сергей Иванович Тимофеев**, канд. мед. наук;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5808-0686>;  
eLibrary SPIN: 5457-1995; e-mail: timofeev\_si@mail.ru

**Федор Владимирович Доронин**, канд. мед. наук;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6366-4635>;  
eLibrary SPIN: 9147-0166; e-mail: fedor.doronin@mail.ru

**Мария Федоровна Рубанова**, аспирант;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5168-6004>;  
e-mail: maryrubanova@mail.ru

**Артем Евгеньевич Мишвелов**, мл. н. с.;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5087-2283>;  
eLibrary SPIN: 7567-6779; e-mail: Archi4717@yandex.ru

**Nikolay I. Bykov**, Cand. Sci. (Med.);  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1341-2966>;  
eLibrary SPIN: 7567-6779; e-mail: 26bykov@yandex.ru

**Alina N. Grigorova**, Cand. Sci. (Med.);  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5020-232X>;  
eLibrary SPIN: 1762-8310; e-mail: alina.mashchenko@mail.ru

**Sergey I. Timofeev**, Cand. Sci. (Med.);  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5808-0686>;  
eLibrary SPIN: 5457-1995; e-mail: timofeev\_si@mail.ru

**Fedor V. Doronin**, Cand. Sci. (Med.);  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6366-4635>;  
eLibrary SPIN: 9147-0166; e-mail: fedor.doronin@mail.ru

**Maria F. Rubanova**, Postgraduate student;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5168-6004>;  
e-mail: maryrubanova@mail.ru

**Artem E. Mishvelov**, Junior Researcher;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5087-2283>;  
eLibrary SPIN: 7567-6779; e-mail: Archi4717@yandex.ru

---

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author