

КЛИНИЧЕСКИЕ СЛУЧАИ



<https://doi.org/10.17238/2072-3180-2025-3-158-164>

УДК: 617-089.844

© Хоробрых Т.В., Агаджанов В.Г., Кадилов Д.Д., Романовский А.А., Салихов Р.Е., Галютдинов А.Ф., 2025

Клинический случай/Clinical case

ПРИМЕНЕНИЕ ТРЕХМЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В РЕКОНСТРУКТИВНОЙ ХИРУРГИИ ПИЩЕВОДНО-ЖЕЛУДОЧНОГО ПЕРЕХОДА. КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ

Т.В. ХОРОБРЫХ¹, В.Г. АГАДЖАНОВ¹, Д.Д. КАДИРОВ¹, А.А. РОМАНОВСКИЙ¹, Р.Е. САЛИХОВ¹,
А.Ф. ГАЛЮТДИНОВ²

¹Кафедра Факультетской хирургии № 2 им. Г.И. Лукомского ИКМ им. Н.В. Склифосовского ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), 119991, Москва, Россия

²Лаборатория аддитивных технологий института цифровой медицины ФГБОУ ВО Башкирского ГМУ Минздрава России, 450008, Уфа, Россия

Резюме

Введение. Хирургические вмешательства в области кардиоэзофагеальной зоны представляют собой сложные манипуляции, которые часто сопровождаются ятрогенными осложнениями. Это обусловлено спецификой анатомического строения данной зоны. В связи с этим, существует необходимость в более точных и безопасных методах планирования операций. Современные технологии, такие как трёхмерное моделирование, позволяют создать персонализированную модель данной области, что даёт возможность хирургу детально изучить анатомические особенности пациента. Это способствует более точной навигации во время операции и снижает вероятность возникновения осложнений.

Цель исследования. Продемонстрировать эффективность применения трёхмерного моделирования пищевода-желудочного перехода при рецидивной грыже пищевода отверстия диафрагмы.

Материалы и методы исследования. Проведен анализ МСКТ больного рецидивной грыжей пищевода отверстия диафрагмы с оценкой анатомических особенностей кардиоэзофагеальной зоны. Построенная на основании этого 3D модель области пищевода-желудочного перехода с измененной анатомией предоставлена хирургам для планирования предстоящей операции. Полученные данные в последующем сопоставлены с интраоперационной картиной.

Результаты. Пациенту с рецидивной грыжей пищевода отверстия диафрагмы выполнено оперативное вмешательство с предварительным трёхмерным моделированием. Интра- и послеоперационные осложнения отсутствовали. Учитывая гладкое течение послеоперационного периода, пациент выписан на 5-е сутки после хирургического вмешательства.

Заключение. Применение 3D моделирования у пациента с рецидивной грыжей пищевода отверстия диафрагмы улучшило интраоперационную навигацию, что позволило избежать осложнений.

Ключевые слова: 3D моделирование, компьютерная томография, рецидивная грыжа пищевода отверстия диафрагмы.

Конфликт интересов: отсутствует.

Для цитирования: Хоробрых Т.В., Агаджанов В.Г., Кадилов Д.Д., Романовский А.А., Салихов Р.Е., Галютдинов А.Ф. Применение трёхмерного моделирования в реконструктивной хирургии пищевода-желудочного перехода. *Московский хирургический журнал*, 2025. № 3. С. 158–164. <https://doi.org/10.17238/2072-3180-2025-3-158-164>

Вклад авторов: Т.В. Хоробрых, В.Г. Агаджанов – итоговая проработка статьи, окончательное утверждение версии для публикации, Д.Д. Кадилов, А.А. Романовский, Р.Е. Салихов, А.Ф. Галютдинов – обоснование концепции исследования, анализ литературных данных, сбор и систематизация клинической информации.

3D MODELING IN RECONSTRUCTIVE SURGERY OF THE ESOPHAGOGASTRIC JUNCTION. CLINICAL CASE

TATIANA V. KHOROBRYKH¹, VADIM G. AGADZHANOV¹, DZHAVOKHIRBEK D. KADIROV¹,
ARTEM A. ROMANOVSKIY¹, RASHAD E. SALIKHOV¹, ALFRED F. GALYAUTDINOV²

¹Department of Faculty Surgery No. 2 named after G.I. Lukomsky, Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University), 119021, Moscow, Russia

²Laboratory of Additive Technologies of the Institute of Digital Medicine, FSBEI HE Bashkir State Medical University, Ministry of Health of Russia, 450008, Ufa, Russia

Abstract

Introduction. Surgical interventions in the gastroesophageal junction are complex manipulations that are often accompanied by iatrogenic complications. This is due to the specific anatomical structure of this area. Therefore, more accurate and secure methods for planning operations are required. Modern technologies, such as three-dimensional modelling, make it possible to create a personalized model of this area, which allows the surgeon to study the anatomical features of the patient in detail. This helps navigate more accurately during surgery and reduces the likelihood of complications.

Purpose of the study. To demonstrate the effectiveness of using 3D modelling of the gastroesophageal junction area when performing surgical intervention for recurrent hiatal hernia.

Materials and methods. The patient's MSCT was analysed by assessing the anatomical features of the area of interest. Based on this, a 3D model of the gastroesophageal junction area with an altered anatomy was provided to surgeons for planning the upcoming operation. The obtained data were subsequently compared with the intraoperative findings.

Results. A patient with recurrent hiatal hernia underwent surgery with preliminary 3D modeling. No intra- or postoperative complications were observed. Considering the smooth course of the postoperative period, the patient was discharged in satisfactory condition on the 5th day after surgery.

Conclusion. The use of 3D modeling in a patient with recurrent hiatal hernia enhanced intraoperative navigation, thereby preventing complications.

Key words: 3D imaging, hiatal hernia, spiral computed tomography

Conflict of interests: none.

For citation: Khorobrykh T.V., Agadjanov V.G., Kadirov D.D., Romanovsky A.A., Salikhov R.E., Galyautdinov A.F. 3D modeling in reconstructive surgery of esophageal-gastric junction. *Moscow Surgical Journal*, 2025, № 3, pp. 158–164. <https://doi.org/10.17238/2072-3180-2025-3-158-164>

Contribution of the authors: Khorobrykh T.V., Agadzhanov V.G. – final study of the article, final approval of the version for publication, Kadirov D.D., Romanovskii A.A., Salikhov R.E., Galyautdinov A.F. – final study of the article, substantiation of the research concept, analysis of literary data, collection and systematization of clinical information.

Введение

Одним из наиболее перспективных направлений является использование компьютерного 3D моделирования, которое открывает новые горизонты в предоперационном планировании и реконструктивной хирургии [1–4]. В частности, это касается хирургического лечения грыж пищеводного отверстия диафрагмы (ГПОД), которые представляют собой сложные патологии, требующие тщательной подготовки и глубокого понимания анатомических особенностей пациента [5].

Анатомические особенности могут значительно различаться среди пациентов, что, в свою очередь, определяет важность предоперационного планирования [6, 7]. В этом контексте 3D моделирование позволяет создать точные трёхмерные модели анатомических структур, что способствует лучшему пониманию индивидуальных особенностей каждого пациента и, как следствие, более эффективному планированию хирургического вмешательства, особенно в условиях измененной анатомии, перизофагита, спаечных процессов, укороченного пищевода.

Цель исследования. Продемонстрировать эффективность применения трехмерного моделирования пищеводно-желудочного перехода при рецидивной грыже пищеводного отверстия диафрагмы.

Материалы и методы

Пациент Д., 48 лет, госпитализирован в Университетскую клиническую больницу № 4 (УКБ № 4) в марте 2024 г. Предъявлял жалобы на тяжесть в эпигастрии после еды, дискомфорт за грудиной, изжогу при физических нагрузках и наклоне туловища, а также на тошноту и общее недомогание. Индекс массы тела – 30,2 кг/м², физический статус по классификации Американского общества анестезиологов (American Society of Anesthesiologists, ASA) – II.

Пациент в течение трех лет принимал спазмолитические препараты и ингибиторы протонной помпы без очевидного стойкого эффекта.

В 2023 г. пациент был оперирован по поводу тотальной ГПОД 3-го типа по классификации Американского общества желудочно-кишечных и эндоскопических хирургов (Society of American Gastrointestinal and Endoscopic Surgeons, SAGES), выполнена лапароскопическая фундопликация по Ниссену. После перенесенного оперативного вмешательства был достигнут кратковременный регресс клинической симптоматики. С течением времени стал отмечать боли в эпигастриальной области после приема твердой пищи, начали появляться признаки дисфагии с последующим неуклонным прогрессированием. С начала 2024 г. рацион питания пациента состоял только из жидкой пищи. При амбулаторном обследовании по месту жительства пациенту было рекомендовано консервативное лечение.

В условиях стационара УКБ № 4 проведено комплексное обследование пациента. Оценка предоперационного статуса пациента с помощью опросников продемонстрировала крайне неудовлетворительные результаты: GSRS (англ. Gastrointestinal Symptom Rating Scale, Шкала оценки желудочно-кишечных симптомов) – 51 балл, GERDQ (англ. Gastroesophageal Reflux Disease, Гастроэзофагеальная рефлюксная болезнь) – 11 баллов.

При рентгеноскопическом исследовании пищевода и желудка с пероральным контрастированием, контрастное вещество проходит в полость желудка с небольшой задержкой. Отмечено, что желудок определяется в проекции наддиафрагмальных отделов, имеет каскадную форму. В положении Тренделенбурга определяются рентген-признаки заброса контрастного средства из желудка в пищевод выше бифуркации трахеи (рис. 1).

По данным эзофагогастродуоденоскопии (ЭГДС) Z-линия на расстоянии 30.0 см по меткам эндоскопа, смещена выше уровня ножек диафрагмы на 7.0 см. Кардия плотно не смыкается.

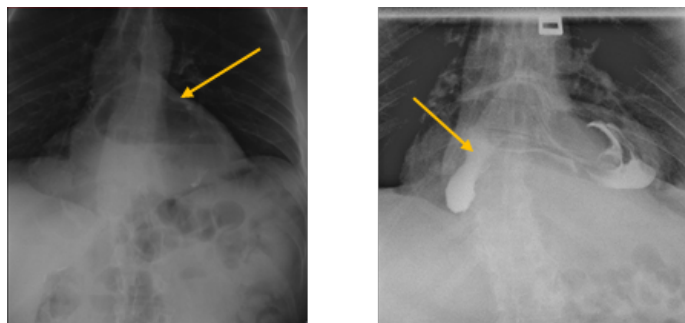


Рис. 1 (а, б). Рентгеноскопия с водорастворимым контрастированием. Желудок (стрелка) определяется в проекции наддиафрагмальных отделов и имеет каскадную форму
Fig. 1 (a, b). Fluoroscopy with water-soluble contrast. The stomach (arrow) is visualized in the projection of the supradiaphragmatic regions and has a cascade-shaped configuration

По результатам мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ) органов брюшной полости и забрюшинного пространства с внутривенным контрастированием (Омнипак 350, 100 мл), определяется грыжа пищеводного отверстия диафрагмы с пролабированием в грудную полость всех отделов желудка, печеночного изгиба и части поперечной ободочной кишки, большого сальника; размеры грыжевого мешка до 187x125 мм (фронтальный x сагиттальный) (рис. 2).

Для наглядного представления особенностей интересующей анатомической области, совместно со специалистами лучевой диагностики, по данным МСКТ выполнено 3D моделирование. При предварительном виртуальном планировании информация обрабатывалась при помощи соответствующего программного обеспечения (Inobites Medical Imaging Software), инобитек DICOM-просмотрщик PRO (лицензионный) (рис. 3).



Рис. 2 (а, б). МСКТ ОГК и ОБП с внутривенным и per os контрастированием, прямая и боковая проекции. Все отделы желудка, печеночный изгиб и часть поперечной ободочной кишки - в грудной полости. Стрелка - условный уровень диафрагмы
Fig. 2 (a, b). MSCT of the chest and abdomen with intravenous and per os contrast, direct and lateral projections. The stomach, the hepatic flexure, and part of the transverse colon are located in the thoracic cavity. The arrow indicates the conventional level of the diaphragm

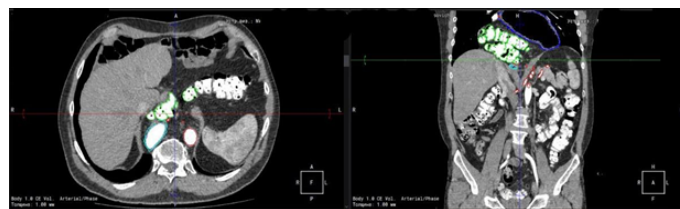


Рис. 3. Этап сегментации и выполнения компьютерного моделирования. Синий цвет - желудок над диафрагмой, зеленый - поперечная ободочная кишка, красный - артерии, голубой - двенадцатиперстная кишка
Fig. 3. Segmentation and computer modeling stage. Blue - stomach above the diaphragm, green - transverse colon, red - arteries, light blue - duodenum

Методика построения трехмерной модели была следующей: на основе компьютерной томограммы в артериальной фазе была проведена мультипланарная и объемная реконструкции. Впоследствии поэтапно проводилась сегментация точек и зон интереса в соответствии со значениями единиц Хаунсфилда (HU) – плотности тканей для каждой структуры. Были применены три различные настройки наложения маски с помощью режимов: «Порог» – сегментирование структур с плотностью больше/меньше заданных значений HU, «Интервал» – маска устанавливается для тканей, плотность которых находится в диапазоне от минимальной до максимальной и с помощью «Цветовых таблиц» - маска строится для тканей, отображаемых для выбранной цветовой таблицы. Были применены цветовые таблицы «[WL] высокая/низкая интенсивность», «[WL] интервал интенсивности» для сегментируемых структур и «CT-Bones + Skin» для основного объема. Вначале были сегментированы контрастное вещество и газовые скопления желудка, кишечника, далее были наложены маски на артериальное русло, в том числе на левую и правую желудочные артерии, правую желудочно-сальниковую артерию. По описанной выше методике были сегментированы стенки пищевода, желудка, двенадцатиперстной кишки, поперечной ободочной кишки.

С целью повышения наглядности, с помощью наложения маски был создан контур, соответствующий положению диафрагмы. Для каждой наложенной маски были созданы поверхности сегментаций, что повысило наглядность полученных трехмерных моделей. Полученные данные в последующем сопоставлены с интраоперационной картиной (рис. 4).

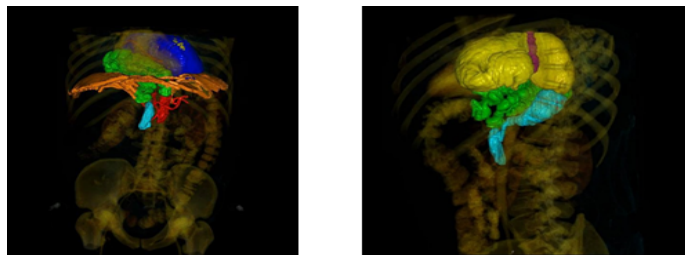


Рис. 4 (а, б). 3D моделирование. На рис. 4а: синий цвет - желудок над диафрагмой, зеленый - поперечная ободочная кишка над диафрагмой, оранжевый - диафрагма, красный - артерии, голубой - двенадцатиперстная кишка. На рис. 4б (в грыжевом мешке): желтый цвет - желудок над диафрагмой, фиолетовый - пищевод
Fig. 4 (a, b). 3D modeling. Fig. 4a: blue - supradiaphragmatic stomach, green - supradiaphragmatic transverse colon, orange - diaphragm, Red - arteries, light blue - duodenum. Fig. 4b (within the hernia sac): yellow - stomach above the diaphragm, purple - esophagus

Полученные данные анамнеза, клинической картины, инструментальных методов исследования свидетельствовали о крайне низком качестве жизни (согласно опросникам, GSRS и GERDQ) ввиду наличия стойких симптомов патологического рефлюкса.

Исходя из проведенного обследования, пациенту установлен диагноз: Рецидивная грыжа пищеводного отверстия диафрагмы. Рефлюкс эзофагит. Лапароскопическая фундопликация по Ниссену от 2023 г. Осложнение: пептическая стриктура нижнегрудного отдела пищевода, эрозивный рефлюкс-эзофагит.

Проведённое лечение и его результат, последующая оценка состояния пациента и контрольные обследования

В мае 2024 года пациенту выполнена операция в объеме лапароскопической рефундопликации по методике А.Ф. Черноусова.

Интраоперационно пищеводное отверстие диафрагмы расширено до 10 см в диаметре. Желудок, петля поперечной ободочной кишки втянуты в заднее средостение. В грыжевом мешке рубцово-спаечный процесс. Интраоперационная картина полностью соответствовала 3D модели. Осуществлен адгезиолизис с выборочным использованием хирургической энергии и «холодных» ножниц, петля ободочной кишки, желудок с манжетой низведены в брюшную полость. Дно желудка спаяно со стенкой грыжевого мешка. Стенки мешка иссечены, поверх манжеты с пищеводом сформированы два дополнительных шва на толстом (Fr-38) желудочном зонде по методике А.Ф. Черноусова (рис. 5).

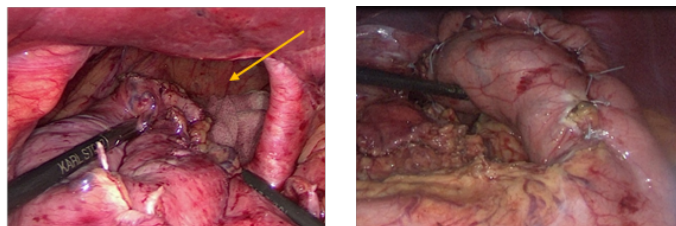


Рис. 5. Интраоперационное фото. На рис. 5а: расширенное до 10 см пищеводное отверстие диафрагмы (стрелка). На рис. 5б: ремоделированная фундопликационная манжета
Fig. 5. Intraoperative photograph. Fig. 5a: the esophageal hiatus of the diaphragm is dilated to 10 cm (arrow). Fig. 5b: the remodeled fundoplication wrap

В качестве заключительного этапа оперативного вмешательства произведена задняя крурорафия Z-образными швами с помощью нерассасывающегося синтетического шовного материала для ушивания ПОД до диаметра пищевода без его ущемления.

Интраоперационные манипуляции, выполняемые хирургом, с возможностью обращения к 3D модели обеспечивали ориентацию «на месте» и идентификацию критических анатомических ориентиров.

Продолжительность операции составила 170 мин. Интраоперационная кровопотеря – 100 мл. Интраоперационные осложнения отсутствовали.

Послеоперационный период без осложнений, пациент выписан на 5-е сутки после операции под амбулаторное наблюдение по месту жительства.

При контрольном осмотре спустя 4 месяца после операции проведена оценка выраженности гастроэнтерологических симптомов с помощью использованных ранее опросников GSRS и GERDQ. Полученные результаты составили, соответственно, 19 и 7 баллов, что свидетельствует о значительном улучшении качества жизни пациента в послеоперационном периоде. При контрольной рентгеноскопии пищевода и желудка с пероральным контрастированием данных за задержку контрастного вещества не получено. На момент осмотра спустя 7 месяцев после оперативного вмешательства диспепсические явления полностью регрессировали, пациент отмечает выраженное улучшение качества жизни: GSRS – 12 баллов, GERDQ – 2 балла.

Обсуждение

Эффективность оперативного лечения при ГПОД, в первую очередь характеризуется отсутствием рецидива заболевания и качеством жизни пациента в послеоперационном периоде. Не менее важным является отсутствие значимых интраоперационных осложнений, таких как перфорация пищевода, желудка, травма крупных кровеносных сосудов, ствола блуждающих нервов, плевральной полости или органов грыжевого мешка, что влияет как на течение послеоперационного периода,

так и на качество жизни пациента после операции [8, 9]. При рецидивных грыжах ПОД или операциях, выполняемых при первичных грыжах, но в измененных анатомических условиях, значимость вышеуказанных моментов, тем более неоспорима.

В данном клиническом случае, содержимое грыжевого мешка, расположение органов и структур относительно друг друга полностью соответствовали дооперационной трехмерной модели.

Вероятность рецидива после операции, выполненной по поводу гастроэзофагеальной рефлюксной болезни (ГЭРБ) различна. Рецидив ГЭРБ и ГПОД является одним из наиболее распространенных осложнений после антирефлюксной хирургии, с частотой встречаемости от 4 % до 24 % [10]. Рецидивы классифицируются как симптоматические и рентгенологические. Рентгенологические рецидивы могут достигать 59 %, но в большинстве случаев они бессимптомны и не требуют повторной операции [11]. Только около 5–8 % пациентов с рецидивом нуждаются в повторном хирургическом вмешательстве из-за выраженных симптомов [12].

Согласно данным литературы наибольшие сложности при реконструктивных операциях представляет собой измененная анатомия пищевода-желудочного перехода вследствие длительно существующей грыжи ПОД, явлений периззофагита, укорочение пищевода и адгезивного процесса между элементами грыжевого мешка [13]. Развитие предоперационного 3D-моделирования, позволяющее представлять анатомическую информацию в интерактивной и визуально понятной форме, открывает перспективные горизонты для улучшения результатов реконструктивных операций на пищевода-желудочном переходе [14]. Тем не менее в литературе до сих пор имеется мало данных о ее роли в хирургии ГПОД.

Доказана клиническая значимость трехмерной реконструкции хиатальных грыж для практикующих врачей, как ценного инструмента, упрощающего понимание сложных анатомических взаимосвязей при данном заболевании, а также планировании операций в анатомическом аспекте [14–16].

В описанном клиническом случае сопоставление интраоперационной картины с компьютерной моделью позволило нам интерпретировать взаимоотношение органов и структур в условиях измененной хирургической анатомии и избежать травмы соседних органов или значимых анатомических структур, во многом за счет возможности выбора инструмента в каждой конкретной зоне оперирования. В первую очередь, речь идет об альтернативе использования хирургической энергии, холодному инструменту и наоборот.

Конечно, методика требует более детального исследования на статистически значимом материале, а наши заключения по данному клиническому случаю являются лишь предварительными.

На сегодняшний день 3D реконструкция постепенно находит всё большее применение в различных областях хирургии, причём использование искусственного интеллекта позволяет

сделать данный метод визуализации более доступным для освоения широким кругом специалистов [14, 17].

Заключение

Использование трехмерной модели для реконструкции кардиоэзофагального перехода может позволить улучшить результаты хирургического лечения, за счет уменьшения интраоперационных осложнений. Основное преимущество данной технологии заключается в детальном понимании индивидуальных анатомических особенностей, планировании операции, придерживаясь принципов безопасной хирургии.

Интеграция анатомических данных в 3D-модели, создаваемые на этапе предоперационного планирования, потенциально может расширить возможности реконструктивной хирургии пищевода-желудочного перехода за счет более точного и персонализированного подхода.

Список литературы:

1. Singhal V.K., Md Suleman A., Senofer N., Singhal V.V. Current Trends in the Management of Hiatal Hernia: A Literature Review of 10 Years of Data. *Cureus*, 2024, № 16 (10), pp. e71921. <https://doi.org/10.7759/CUREUS.71921>
2. Hasan O., Ayaz A., Masood L., Baig A.M., Baloch N. Innovations in Surgery between the Past and Future: A Narrative Review of Targeted Literature. *J Pak Med Assoc*, 2022, № 72 (1–2), pp. 55–58. <https://doi.org/10.47391/JPM.A.KU-11>
3. Alberti C. Three-Dimensional CT and Structure Models. *Br J Radiol*, 1980, № 53 (627), pp. 261–262. <https://doi.org/10.1259/0007-1285-53-627-261-B>
4. Matsumoto T., Kanzaki M., Amiki M., Shimizu T., Maeda H., Sakamoto K., Ookubo Y., Onuki T. Comparison of Three Software Programs for Three-Dimensional Graphic Imaging as Contrasted with Operative Findings. *European Journal of Cardio-thoracic Surgery*, 2012, № 41 (5), pp. 1098–1103. <https://doi.org/10.1093/EJCTS/EZR152>
5. Klock J.A., Walters R.W., Nandipati K.C. Robotic Hiatal Hernia Repair Associated with Higher Morbidity and Readmission Rates Compared to Laparoscopic Repair: 10-Year Analysis from the National Readmissions Database (NRD). *Journal of Gastrointestinal Surgery*, 2023, № 27 (3), pp. 489–497. <https://doi.org/10.1007/s11605-022-05548-x>
6. Хатьков И.Е., Бордин Д.С., Васнев О.С., Абдулхаков С.Р., Аллахвердян А.С., Андреев Д.Н., Анищенко В.В., Бакулин И.Г., Бакулина Н.В., Бурмистров М.В. et al. Российский Консенсус: Стандартизация Показаний к Хирургическому Лечению ГЭРБ. *Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии*, 2025. № 35 (1), С. 74–93. <https://doi.org/10.22416/1382-4376-2025-35-1-74-93>
7. Tsuboi K., Hoshino M., Omura N., Yamamoto S.R., Akimoto S., Masuda T., Sakashita Y., Fukushima N., Takeuchi H., Yano F. et al. The Pathological Conditions and Surgical Outcomes Depending on the Degree of Hernia in the Intra-Thoracic Stomach. *Esophagus*, 2023, № 20 (3), pp. 573–580. <https://doi.org/10.1007/S10388-022-00979-6>

8. Колесников С.А., Бугаев В.В., Бугаева С.Р., Ефремов М.В., Румбешт В.В. Осложнения хирургического лечения грыж пищеводного отверстия диафрагмы и тактика их устранения: наблюдательное нерандомизированное исследование. *Кубанский научный медицинский вестник*, 2024. № 31 (3), С. 30–43. <https://doi.org/10.25207/1608-6228-2024-31-3-30-43>

9. Van Rijn S., Roebroek Y.G.M., Conchillo J.M., Bouvy N.D., Masclee A.A.M. Effect of Vagus Nerve Injury on the Outcome of Antireflux Surgery: An Extensive Literature Review. *Dig Surg*, 2016, № 33 (3), pp. 230–239. <https://doi.org/10.1159/000444147>

10. Chu Y., Liu Y., Hua R., Yao Q. Surgical Strategies for Recurrent Hiatal Hernia: Three-Point Fundoplication Fixation. *BMC Surg*, 2025, № 25 (1), p. 18. <https://doi.org/10.1186/S12893-025-02760-9>

11. Kao A.M., Otero J., Schlosser K.A., Marx J.E., Prasad T., Colavita P.D., Heniford B.T. One More Time: Redo Paraesophageal Hernia Repair Results in Safe, Durable Outcomes Compared with Primary Repairs. *Am Surg*, 2018, № 84 (7), pp. 1138–1145.

12. Elhefny A.M.M., Elmaleh H.M., Hamed M.A., Salem H.E.D.M. Laparoscopic Management of Recurrent Symptomatic Hiatal Hernia with and without Mesh Repair: A Comparative Prospective Study. *The Egyptian Journal of Surgery*, 2021, № 40 (4), pp. 1064–1073.

13. Kohn G.P., Price R.R., Demeester S.R., Zehetner J., Muensterer O.J., Awad Z., Mittal S.K., Richardson W.S., Stefanidis D., Fanelli R.D. Guidelines for the Management of Hiatal Hernia. *Surg Endosc*, 2013, № 27 (12), pp. 4409–4428. <https://doi.org/10.1007/S00464-013-3173-3>

14. Robb H., Scrimgeour G., Boshier P., Przedlacka A., Balyasnikova S., Brown G., Bello F., Kontovounisios C. The Current and Possible Future Role of 3D Modelling within Oesophagogastric Surgery: A Scoping Review. *Surgical Endoscopy* 2022 36:8, 2022, № 36 (8), pp. 5907–5920. <https://doi.org/10.1007/S00464-022-09176-Z>

15. Kavic S.M., Segan R.D., George I.M., Turner P.L., Roth J.S., Park A. Classification of Hiatal Hernias Using Dynamic Three-Dimensional Reconstruction. *Surg Innov*, 2006, № 13 (1), pp. 49–52. <https://doi.org/10.1177/155335060601300108>

16. Dickinson K.J., Matsumoto J., Cassivi S.D., Reinersman J.M., Fletcher J.G., Morris J., Wong Kee Song L.M., Blackmon S. H. Individualizing Management of Complex Esophageal Pathology Using Three-Dimensional Printed Models. *Annals of Thoracic Surgery*, 2015, № 100 (2), pp. 692–697. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2015.03.115>

17. Chen X., Dai C., Peng M., Wang D., Sui X., Duan L., Wang X., Wang X., Weng W., Wang S. et al. Artificial Intelligence Driven 3D Reconstruction for Enhanced Lung Surgery Planning. *Nature Communications*, 2025, № 16 (1). <https://doi.org/10.1038/S41467-025-59200-8>

References:

1. Singhal V.K., Md Suleman A., Senofer N., Singhal V.V. Current Trends in the Management of Hiatal Hernia: A Literature Review of 10 Years of Data. *Cureus*, 2024, № 16 (10), pp. e71921. <https://doi.org/10.7759/CUREUS.71921>

2. Hasan O., Ayaz A., Masood L., Baig A.M., Baloch N. Innovations in Surgery between the Past and Future: A Narrative Review of Target-

ed Literature. *J Pak Med Assoc*, 2022, № 72 (1-2), pp. 55–58. <https://doi.org/10.47391/JPMA.AKU-11>

3. Alberti C. Three-Dimensional CT and Structure Models. *Br J Radiol*, 1980, № 53 (627), pp. 261–262. <https://doi.org/10.1259/0007-1285-53-627-261-B>

4. Matsumoto T., Kanzaki M., Amiki M., Shimizu T., Maeda H., Sakamoto K., Ookubo Y., Onuki T. Comparison of Three Software Programs for Three-Dimensional Graphic Imaging as Contrasted with Operative Findings. *European Journal of Cardio-thoracic Surgery*, 2012, № 41 (5), pp. 1098–1103. <https://doi.org/10.1093/EJCTS/EZR152>

5. Klock J.A., Walters R.W., Nandipati K.C. Robotic Hiatal Hernia Repair Associated with Higher Morbidity and Readmission Rates Compared to Laparoscopic Repair: 10-Year Analysis from the National Readmissions Database (NRD). *Journal of Gastrointestinal Surgery*, 2023, № 27 (3), pp. 489–497. <https://doi.org/10.1007/s11605-022-05548-x>

6. Khatkov I.Y., Bordin D.S., Vasnev O.S., Abdulkhakov S.R., Allakhverdyan A.S., Andreev D.N., Anishchenko V.V., Bakulin I.G., Bakulina N.V., Burmistrov M. V., et al. Russian Consensus: Standardization of Indications for Surgical Treatment of GERD. *Russian Journal of Gastroenterology, Hepatology, Coloproctology*, 2025, № 35 (1), pp. 74–93. (In Russ.) <https://doi.org/10.22416/1382-4376-2025-35-1-74-93>

7. Tsuboi K., Hoshino M., Omura N., Yamamoto S.R., Akimoto S., Masuda T., Sakashita Y., Fukushima N., Takeuchi H., Yano F. et al. The Pathological Conditions and Surgical Outcomes Depending on the Degree of Hernia in the Intra-Thoracic Stomach. *Esophagus*, 2023, № 20 (3), pp. 573–580. <https://doi.org/10.1007/S10388-022-00979-6>

8. Kolesnikov S.A., Bugaev V.V., Bugaeva S.R., Efremov M.V., Rumbesht V.V. Complications of Surgical Treatment of Hiatal Hernia and Tactics of Its Elimination: An Observational Non-Randomized Study. *Kuban Scientific Medical Bulletin*, 2024, № 31 (3), pp. 30–43. (In Russ.) <https://doi.org/10.25207/1608-6228-2024-31-3-30-43>

9. Van Rijn S., Roebroek Y.G.M., Conchillo J.M., Bouvy N.D., Masclee A.A.M. Effect of Vagus Nerve Injury on the Outcome of Antireflux Surgery: An Extensive Literature Review. *Dig Surg*, 2016, № 33 (3), pp. 230–239. <https://doi.org/10.1159/000444147>

10. Chu Y., Liu Y., Hua R., Yao Q. Surgical Strategies for Recurrent Hiatal Hernia: Three-Point Fundoplication Fixation. *BMC Surg*, 2025, № 25 (1), p. 18. <https://doi.org/10.1186/S12893-025-02760-9>

11. Kao A.M., Otero J., Schlosser K.A., Marx J.E., Prasad T., Colavita P.D., Heniford B.T. One More Time: Redo Paraesophageal Hernia Repair Results in Safe, Durable Outcomes Compared with Primary Repairs. *Am Surg*, 2018, № 84 (7), pp. 1138–1145.

12. Elhefny A.M.M., Elmaleh H.M., Hamed M.A., Salem H.E.D.M. Laparoscopic Management of Recurrent Symptomatic Hiatal Hernia with and without Mesh Repair: A Comparative Prospective Study. *The Egyptian Journal of Surgery*, 2021, № 40 (4), pp. 1064–1073.

13. Kohn G.P., Price R.R., Demeester S.R., Zehetner J., Muensterer O.J., Awad Z., Mittal S.K., Richardson W.S., Stefanidis D., Fanelli R.D. Guidelines for the Management of Hiatal Hernia. *Surg Endosc*, 2013, № 27 (12), pp. 4409–4428. <https://doi.org/10.1007/S00464-013-3173-3>

14. Robb H., Scrimgeour G., Boshier P., Przedlacka A., Balyasnikova S., Brown G., Bello F., Kontovounisios C. The Current and Possible Future

Role of 3D Modelling within Oesophagogastric Surgery: A Scoping Review. *Surgical Endoscopy* 2022 36:8, 2022, № 36 (8), pp. 5907–5920. <https://doi.org/10.1007/S00464-022-09176-Z>

15. Kavic S.M., Segan R.D., George I.M., Turner P.L., Roth J.S., Park A. Classification of Hiatal Hernias Using Dynamic Three-Dimensional Reconstruction. *Surg Innov*, 2006, № 13 (1), pp. 49–52. <https://doi.org/10.1177/155335060601300108>

16. Dickinson K.J., Matsumoto J., Cassivi S.D., Reinersman J.M., Fletcher J.G., Morris J., Wong Kee Song L.M., Blackmon S. H. Individualizing Management of Complex Esophageal Pathology Using Three-Dimensional Printed Models. *Annals of Thoracic Surgery*, 2015, № 100 (2), pp. 692–697. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2015.03.115>

17. Chen X., Dai C., Peng M., Wang D., Sui X., Duan L., Wang X., Wang X., Weng W., Wang S. et al. Artificial Intelligence Driven 3D Reconstruction for Enhanced Lung Surgery Planning. *Nature Communications*, 2025, № 16 (1). <https://doi.org/10.1038/S41467-025-59200-8>

Сведения об авторах

Хоробрых Татьяна Витальевна – доктор медицинских наук, профессор РАН, директор клиники факультетской хирургии № 2 им. Г.И. Лукомского, Сеченовский Университет. 119991, Россия, Москва, ул. Трубецкая, 8/2, e-mail: horobryh68@list.ru, ORCID: 0000-0001-5769-5091

Агаджанов Вадим Гамлетович – кандидат медицинских наук, доцент кафедры факультетской хирургии № 2 им. Г.И. Лукомского, Сеченовский Университет. 119991, Россия, Москва, ул. Трубецкая, 8/2, e-mail: agadjanov@mail.ru, ORCID: 0000-0002-4068-8431

Кадилов Джавахирбек Дильшодбекович – врач-хирург, аспирант кафедры факультетской хирургии № 2 им. Г.И. Лукомского, Сеченовский Университет. 119991, Россия, Москва, ул. Трубецкая, 8/2, e-mail: kadirov_dd@mail.ru, ORCID: 0009-0006-0053-7985

Романовский Артём Андреевич – студент 4 курса Института клинической медицины им. Н.В. Склифосовского. Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М.Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет). 119991, Россия, Москва, ул. Трубецкая, 8/2, e-mail: romanovskiy_a_a1@student.sechenov.ru, ORCID: 0009-0004-2300-6795

Салихов Рашад Елшад оглы – врач-хирург, ассистент кафедры факультетской хирургии № 2 им. Г.И. Лукомского, Сеченовский Университет. 119991, Россия, Москва, ул. Трубецкая, 8/2, e-mail: rashad.salikhov@gmail.com, ORCID: 0000-0003-1090-2123

Галаяутдинов Альфред Фиданович – лаборант-исследователь лаборатории аддитивных технологий института фундаментальной медицины ВГБОУ ВО БашГМУ Минздрава России. 450008, г. Уфа, Россия. e-mail: afgalyautdinov@bashgmu.ru, ORCID: 0009-0008-7964-5923

Information about the authors

Khorobrykh Tatiana Vitalevna – Doctor of Medical Sciences, Professor of the Russian Academy of Sciences, Director of the Clinic of

Faculty Surgery № 2 named after. G.I. Lukomsky, Sechenov University, 119991, Trubetskaya, 8/2, Moscow, Russia, e-mail: horobryh68@list.ru, ORCID: 0000-0001-5769-5091

Agadzhyanov Vadim Gamletovich – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Faculty Surgery № 2 named after. G.I. Lukomsky, Sechenov University, 119991, Trubetskaya, 8/2, Moscow, Russia; e-mail: agadjanov@mail.ru; eLibrary SPIN: 8655-9279, ORCID: 0000-0002-4068-8431

Kadirov Dzhavokhirbek Dilshodbekovich – surgeon, postgraduate of the Department of Faculty Surgery № 2 named after G.I. Lukomsky, Sechenov University, 119991, Trubetskaya, 8/2, Moscow, Russia; e-mail: kadirov_dd@mail.ru; ORCID: 0009-0006-0053-7985

Romanovskii Artem Andreevich – 4th-year student of the N.V. Sklifosovsky Institute of Clinical Medicine, Sechenov University, 119991, Trubetskaya, 8/2, Moscow, Russia, email: romanovskiy_a_a1@student.sechenov.ru; ORCID: 0009-0004-2300-6795

Salikhov Rashad Elshad – surgeon, assistant of the Department of Faculty Surgery № 2 named after G.I. Lukomsky, Sechenov University, 119991, Trubetskaya, 8/2, Moscow, Russia; e-mail: rashad.salikhov@gmail.com; ORCID: 0000-0003-1090-2123

Galyautdinov Alfred Fidanovich – Laboratory researcher of the laboratory of additive technologies at the Institute of Fundamental Medicine, Bashkir State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education, Bashkir State Medical University, Ministry of Health of Russia. 450008, Ufa, Russia. e-mail: afgalyautdinov@bashgmu.ru, ORCID: 0009-0008-7964-5923