



<https://doi.org/10.34883/PI.2026.15.1.050>
УДК 616.33-089.848



Хоробрых Т.В., Агаджанов В.Г., Кадиров Д.Д.✉, Ивашов И.В., Спартак А.А.,
Романовский А.А., Крылова М.Ю.

Институт клинической медицины имени Н.В. Склифосовского Первого Московского
государственного медицинского университета имени И.М. Сеченова,
Москва, Россия

3D-моделирование в реконструктивной хирургии рецидивных грыж пищеводного отверстия диафрагмы

Конфликт интересов: не заявлен.

Вклад авторов: концепция и дизайн исследования, редактирование, написание текста – Хоробрых Т.В.; концепция и дизайн исследования, редактирование, сбор материала, обработка, написание текста – Агаджанов В.Г.; концепция и дизайн исследования, редактирование, сбор материала, написание текста – Кадиров Д.Д.; сбор материала, обработка, написание текста – Ивашов И.В.; редактирование, обработка, написание текста – Спартак А.А., Романовский А.А., Крылова М.Ю.

Подана: 08.10.2025

Принята: 05.02.2026

Контакты: kadirov_dd@mail.ru

Резюме

Введение. Мини-инвазивное лечение рефлюкс-эзофагита и грыж пищеводного отверстия диафрагмы представляет собой актуальную проблему современной хирургии. Согласно статистике, частота как ранних, так и отдаленных послеоперационных осложнений может достигать 17%, при этом до 9% пациентов нуждаются в повторной операции. Анатомические особенности кардиоэзофагеальной зоны не только делают хирургическое вмешательство технически сложным, но и увеличивают вероятность неудач и ятрогенных повреждений, что обуславливает необходимость в более точных методах планирования операций. 3D-моделирование позволяет создать на дооперационном этапе более детальную картину области предстоящего оперативного вмешательства и окружающих анатомических структур. Кроме того, предоперационное компьютерное моделирование, учитывая анатомические особенности пациента, может повлиять на выбор доступа, расстановку троакаров, а также планирование пластики пищеводного отверстия диафрагмы.

Цель. Оценить эффективность применения 3D-моделирования при хирургическом лечении рецидивных грыж пищеводного отверстия диафрагмы.

Материалы и методы. В период с ноября 2021 года по апрель 2025 года в клинике факультетской хирургии № 2 им. Г.И. Лукомского Сеченовского университета по поводу грыжи пищеводного отверстия диафрагмы (ГПОД) проходили лечение 39 пациентов. Для оценки метода 3D-моделирования была сформирована основная группа из 15 пациентов с рецидивными ГПОД. Были изучены анатомические особенности интересующей области с целью планирования объема предстоящей операции. Полученные данные в последующем сопоставлены с интраоперационной картиной. Группу сравнения составили 24 пациента с тотальными, субтотальными и рецидивными ГПОД, которым не проводилось предоперационное 3D-моделирование.

Результаты. В основной группе среднее время операции составило 214 ± 59 минут, среднее время пребывания в стационаре – 10 ± 4 суток. За время наблюдения рецидивов зарегистрировано не было. Интраоперационные осложнения в группе с предварительной 3D-реконструкцией отсутствовали. В группе сравнения отмечена перфорация полого органа при мобилизации пищевода у 1 (4,2%) пациента, а также кровотечение из левой желудочной артерии в 2 (8,3%) случаях.

Заключение. Предоперационная МСКТ с 3D-моделированием при рецидивных ГПОД позволяет повысить точность и эффективность планирования объема оперативного вмешательства, что способствует снижению частоты интраоперационных осложнений.

Ключевые слова: рефлюкс-эзофагит, рецидивная грыжа пищеводного отверстия диафрагмы, компьютерная томография, предоперационная навигация, 3D-моделирование

Khorybykh T., Agadzhanov V., Kadirov D.✉, Ivashov I., Spartak A., Romanovskii A., Krylova M.

N.V. Sklifosovskiy Institute of Clinical Medicine of I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russia

3D Modeling in Reconstructive Surgery for Recurrent Hiatal Hernias

Conflict of interest: nothing to declare.

Authors' contribution: study concept and design, editing, text writing – Khorybykh T.; study concept and design, editing, collecting material, processing, text writing – Agadzhanov V.; study concept and design, editing, collecting material, text writing – Kadirov D.; material collecting, processing, text writing – Ivashov I.; editing, processing, text writing – Spartak A., Romanovskii A., Krylova M.

Submitted: 08.10.2025

Accepted: 05.02.2026

Contacts: kadirov_dd@mail.ru

Abstract

Introduction. Minimally invasive treatment of reflux esophagitis and hiatal hernias represents a relevant issue in modern surgery. According to statistics, the incidence of both early and long-term postoperative complications can reach up to 17%, with up to 9% of patients requiring reoperation. The anatomical features of the esophagogastric junction make surgical intervention not only technically challenging but also increase the likelihood of failures and cases of iatrogenic injuries, necessitating more precise methods for surgical planning. 3D modeling allows creating a more detailed preoperative representation of the intended surgical intervention area and surrounding anatomical structures. Furthermore, preoperative computer modeling, taking into account patients' anatomical peculiarities, can affect the choice of surgical access, trocar placement, and the planning of the diaphragmatic esophageal hiatus repair.

Purpose. To evaluate the effectiveness of 3D modeling in surgical treatment of recurrent hiatal hernias.



Materials and methods. Between November 2021 and April 2025, 39 patients were treated for hiatal hernia (HH) at the clinic of Faculty Surgery No. 2 named after G.I. Lukomsky, Sechenov University. To evaluate the 3D modeling technique, a main study group was formed, comprising 15 patients with recurrent HH. The anatomical features of the area of interest were investigated to plan the extent of the forthcoming surgery. The data obtained were subsequently compared with the intraoperative findings. The comparison group consisted of 24 patients with total, subtotal, and recurrent HH who did not undergo preoperative 3D modeling.

Results. In the main group, the mean operative time was 214 ± 59 minutes, and the mean hospital stay was 10 ± 4 days. No recurrences were registered during the follow-up period. There were no intraoperative complications in the group with preliminary 3D reconstruction. In the comparison group, a hollow organ perforation during esophageal mobilization was observed in one (4.2%) patient, and bleeding from the left gastric artery occurred in 2 (8.3%) cases.

Conclusion. Preoperative MDCT with 3D modeling for recurrent HH allows improving both accuracy and efficiency in planning the extent of surgical intervention, thus decreasing the incidence of intraoperative complications.

Keywords: reflux esophagitis, recurrent hiatal hernia, computed tomography, preoperative navigation, 3D modeling

■ ВВЕДЕНИЕ

В мировой литературе одной из актуальных областей исследования является хирургическое лечение рефлюкс-эзофагита и грыж пищеводного отверстия диафрагмы (ГПОД). Диагностике и лечению данной патологии посвящено множество исследований. По данным Всемирной гастроэнтерологической организации (ВГО), симптомы гастроэзофагеальной рефлюксной болезни (ГЭРБ) наблюдаются у 18–46% населения развитых стран, в том числе и в Российской Федерации [1–3].

Лапароскопический доступ признан предпочтительным методом лечения ГЭРБ и ГПОД. Согласно статистике, частота как ранних, так и отдаленных послеоперационных осложнений после хирургического вмешательства в области пищеводно-желудочного перехода может достигать 17%. Наиболее частым осложнением является рецидив ГЭРБ и ГПОД, который встречается в 4–24% случаев, при этом до 9% пациентов нуждаются в повторной операции. Это остается одной из главных проблем антирефлюксной хирургии [4–7].

Повторные реконструктивные операции в области пищеводно-желудочного перехода остаются важной клинической проблемой, что связано с их особой сложностью, а также частым использованием открытого доступа (13,3%) [7].

Использование минимально инвазивных методов не всегда технически возможно, но является довольно перспективным направлением. Положительный результат при повторных реконструктивных вмешательствах достигается в 23–89% случаев, и с каждой следующей операцией этот процент уменьшается. Результативность после первой реконструкции составляет 76% отличных, хороших и удовлетворительных результатов и 24% неудовлетворительных; после второй – 50% отличных, хороших и удовлетворительных и 50% – неудовлетворительных [8–10].

Анатомические особенности кардиоэзофагеальной зоны не только делают хирургическое вмешательство технически сложным, но и увеличивают вероятность случаев ятрогенных повреждений. В различных исследованиях сообщается о частоте интраоперационных повреждений, варьирующей от 1 до 15% (перфорация полых органов, кровотечение, травматизация блуждающего нерва, а также нарушение анатомической структуры диафрагмы) [11, 12].

Основной объективной причиной неудач оперативных вмешательств, а именно рецидива ГПОД, являются индивидуальные особенности анатомии: большие размеры хиатального отверстия, механическая слабость мышечных ножек диафрагмы, а также укорочение пищевода и технические хирургические нюансы. Все перечисленные факторы могут приводить к повторной дислокации органов брюшной полости в средостение [13]. В связи с этим существует необходимость в более точных методах планирования операций. Инструментальная диагностика всех анатомических вариантов ГПОД основывается в первую очередь на данных лучевых методов исследований. Компьютерная томография является более точным методом определения вариантов ГПОД. Применение контрастирования пищеварительного тракта с последующей трехмерной реконструкцией значительно повышает информативность методики.

Сегодня компьютерное 3D-моделирование играет важную роль в планировании и проведении хирургических вмешательств. Оно позволяет создать на дооперационном этапе более детальную картину ГПОД и окружающих ее анатомических структур, определить размеры диафрагмального кольца. Кроме того, предоперационное компьютерное моделирование с учетом анатомических особенностей пациента может повлиять на выбор доступа, расстановку троакаров, а также на планирование вариантов пластики ПОД и оптимизацию времени оперативного вмешательства.

■ ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Оценить эффективность применения 3D-моделирования при хирургическом лечении рецидивных грыж пищеводного отверстия диафрагмы.

■ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Сбор данных

В период с ноября 2021 г. по апрель 2025 г. в клинике факультетской хирургии № 2 имени Г.И. Лукомского Первого Московского государственного медицинского университета им. И.М. Сеченова по поводу ГПОД проходили лечение 39 пациентов. Для оценки метода 3D-моделирования была сформирована основная группа из 15 пациентов с рецидивными ГПОД. Были изучены анатомические особенности интересующей области с целью планирования объема предстоящей операции. Полученные данные в последующем сопоставлены с интраоперационной картиной. Группу сравнения составили 24 пациента с тотальными, субтотальными и рецидивными ГПОД, которым не проводилось предоперационное 3D-моделирование.

Клинические проявления рецидивных ГПОД складывались из признаков ГЭРБ. Диагноз устанавливали на основании комплекса клинико-анамнестических данных и результатов инструментальных методов исследования: у пациентов возобновились симптомы, которые беспокоили их до проведенного первичного лечения, или же появились новые жалобы, возникшие после перенесенного антирефлюксного вмешательства.



На этапе предоперационной характеристики пациентов оценивали такие показатели, как пол, возраст, индекс массы тела (ИМТ), физиологический статус пациентов по классификации Американского общества анестезиологов (ASA Physical Status Classification System), использовавшиеся ранее методы первичного лечения. Для оценки тяжести клинической симптоматики и анализа эффективности последующего лечения применялись русскоязычные версии опросников GERD-Q и GSRS (Gastrointestinal Symptom Rating Scale).

Статистический анализ

Первоначально при помощи критерия Шапиро – Уилка была проведена оценка распределения данных по каждому количественному показателю. При условии соблюдения допущения о нормальности распределения рассчитывалось среднее значение и соответствующее среднеквадратичное отклонение. В противном случае данные по выборке описывались в виде медиан с указанием первого и третьего квартилей [Q1, Q3]. Качественные показатели представлены в виде абсолютных значений и их доли, выраженной в процентах.

При проведении сравнительного анализа между двумя вышеописанными группами пациентов определялась статистическая значимость наблюдаемых различий. Для этого рассчитывался показатель p -value на основе t -критерия Стьюдента (для переменных с нормальным распределением), U -критерия Манна – Уитни (для переменных, у которых нарушается допущение о нормальности распределения) и критерия χ^2 (для качественных переменных).

Характеристика выборки пациентов

Основная группа включала 8 (53,3%) мужчин и 7 (46,7%) женщин в возрасте от 31 года до 75 лет. Средний возраст пациентов составил $59,3 \pm 8,6$ года. В группу сравнения вошли 6 (25%) мужчин и 18 (75%) женщин в возрасте от 34 до 75 лет. Средний возраст пациентов составил $60,2 \pm 11,6$ года. Статистически значимых различий между группами выявлено не было ($p > 0,05$). Для характеристики нутритивного статуса пациентов использовался антропометрический показатель ИМТ. Средний ИМТ на момент операции в основной группе составил $27,0 \pm 5,8$ кг/м², в группе сравнения – $28,2 \pm 4,1$ кг/м². Статистически значимых различий не было ($p > 0,05$). Основные клинические характеристики пациентов представлены в табл. 1.

По данным эзофагоскопии, в основной группе эрозивный эзофагит легкой или средней степени (A–B) по Лос-Анджелесской классификации (1994) отмечался у 12 (80%) пациентов. У 3 (20%) пациентов имели место тяжелые воспалительные изменения (C–D) и язвы пищевода. Пептическая стриктура на фоне эзофагита была выявлена у 9 (60%) пациентов. Степень сужения пищевода составляла до 10 мм и не требовала дилатации. Цилиндроклеточная метаплазия слизистой оболочки пищевода без интраэпителиальной неоплазии отмечалась у 1 (6,7%) пациента. Изменения слизистой оболочки части желудка, находящейся в грыжевом выпячивании, при гастроскопии отмечены у 9 (60%) пациентов, язвы – у 3 (20%). Характер выявленных при эндоскопическом исследовании изменений слизистой оболочки пищевода и желудка во всех случаях подтверждался морфологическим исследованием биопсийного материала. Для инструментального подтверждения гастроэзофагеального рефлюкса использовали 24-часовую импеданс-pH-метрию. Желудочно-пищеводный

Таблица 1

Распределение пациентов по полу, возрасту и физическому статусу ASA

Table 1

Distribution of patients by gender, age and ASA physical status

Показатель	Все пациенты (n=39)	Основная группа (n=15)	Группа сравнения (n=24)	p-value
Возраст	63 (31, 75)	62 (31, 75)	64 (34, 75)	0,696
Пол:				
– мужчины	13 (33,3%)	7 (46,7%)	6 (25,0%)	0,163
– женщины	26 (66,7%)	8 (53,3%)	18 (75,0%)	
ИМТ:	27,8±4,8	27,0±5,8	28,2±4,1	0,209
– норма	11 (28,2%)	6 (40,0%)	5 (20,8%)	
– избыточный вес	20 (51,3%)	6 (40,0%)	14 (58,3%)	
– ожирение I ст.	5 (12,8%)	2 (13,3%)	3 (12,5%)	
– ожирение II ст.	2 (5,1%)	0 (0,0%)	2 (8,3%)	
– ожирение III ст.	1 (2,6%)	1 (6,7%)	0 (0,0%)	
ASA:				0,153
– I	9 (23,1%)	1 (6,7%)	8 (33,3%)	
– II	23 (59,0%)	11 (73,3%)	12 (50,0%)	
– III	7 (17,9%)	3 (20,0%)	4 (16,7%)	

рефлюкс обнаружен у 12 (80%) пациентов. Основные клинические проявления представлены в табл. 2.

По данным медицинской документации, у 11 (73,3%) пациентов основной группы вариантом выбора первичного антирефлюксного лечения была лапароскопическая фундопликация по Ниссену, у 3 (20%) – лапароскопическая фундопликация по Ниссену – Розетти, у 1 (6,7 %) – открытая фундопликация. Средний срок возникновения

Таблица 2

Распределение пациентов с ГЭРБ по осложнениям и клиническим проявлениям

Table 2

Distribution of GERD patients by complications and clinical manifestations

Показатель	Все пациенты (n=39)	Основная группа (n=15)	Группа сравнения (n=24)	p-value
ГЭРБ:				0,213
– A	14 (35,9%)	3 (20,0%)	11 (45,8%)	
– B	21 (53,8%)	9 (60,0%)	12 (50,0%)	
– C	3 (7,7%)	2 (13,3%)	1 (4,2%)	
– D	1 (2,6%)	1 (6,7%)	0 (0,0%)	
Пептическая стриктура	20 (51,3%)	9 (60,0%)	11 (45,8%)	0,389
Жалобы:				
– изжога	29 (74,4%)	11 (61,1%)	19 (79,2%)	0,384
– боль за грудиной	10 (25,6%)	2 (13,3%)	8 (33,3%)	0,164
– дискомфорт в эпигастрии	25 (64,1%)	11 (73,3%)	14 (58,3%)	0,342
– отрыжка воздухом	16 (41,0%)	4 (26,7%)	12 (50,0%)	0,150
– отрыжка содержимым	6 (15,4%)	4 (26,7%)	2 (8,3%)	0,123
– тошнота	12 (30,8%)	6 (40,0%)	6 (25,0%)	0,323
– слабость	8 (20,5%)	3 (20,0%)	5 (20,8%)	0,950
– снижение массы тела	2 (5,1%)	2 (13,3%)	0 (0,0%)	0,066
Дисфагия:				0,120
– 0	18 (46,2%)	4 (26,7%)	14 (58,3%)	
– 1	1 (2,6%)	0 (0,0%)	1 (4,2%)	
– 2	19 (48,7%)	10 (66,7%)	9 (37,5%)	
– 3	1 (2,6%)	1 (6,7%)	0 (0,0%)	



рецидива симптомов ГЭРБ, а также появления новых симптомов заболевания составил 14 месяцев. Показатели качества жизни по результатам специализированных опросников до операции: GERD-Q – $11,4 \pm 1,4$, GSRS – $61,9 \pm 6,4$. Вариантом причины рецидива стали: у 4 (26,7%) – «гиперфункция» фундопликационной манжеты, не поддающаяся лечению бужированием и кардиодилатацией, у 6 (40%) – феномен телескопа из-за соскальзывания манжеты, у 2 (13,3%) – отсутствие признаков предшествующей фундопликации вследствие прорезывания формирующих манжету швов.

Предоперационная оценка

Для подтверждения диагноза в предоперационном периоде всем пациентам выполнялась инструментальная диагностика, включавшая рентгенологическое исследование с контрастированием, эзофагогастродуоденоскопию, мультиспиральную компьютерную томографию (МСКТ) органов грудной клетки, органов брюшной полости с внутривенным контрастированием (рис. 1, 2).

3D-моделирование области пищеводно-желудочного перехода выполнялось совместно со специалистами лучевой диагностики (рис. 3). Построенная модель позволяла соотносить расположение желудка с соседними органами и структурами, что было особо необходимо для планирования операции в условиях измененной анатомии. Процедура проводилась с использованием данных МСКТ с контрастированием, которые обрабатывались при помощи программы для трехмерных объектов (Inobitec Medical Imaging Software – «трехмерное преобразование изображений», 3D Slicer image computing platform) [14]. Серийные компьютерные томограммы грудной полости и верхнего этажа брюшной полости выполнялись во фронтальных

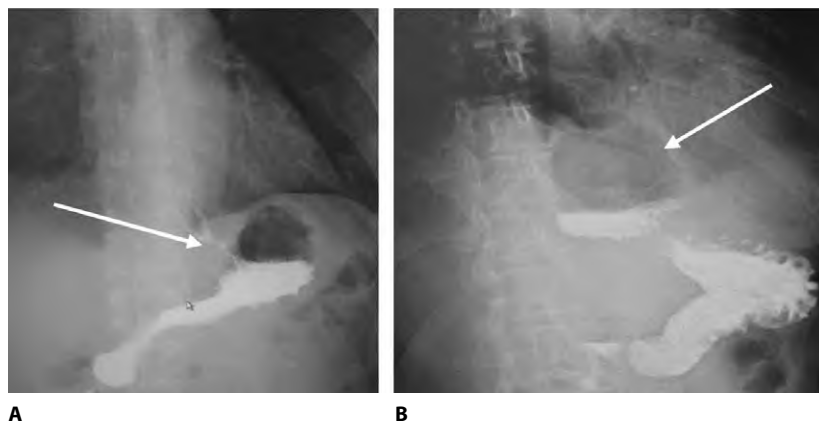


Рис. 1. Рентгенограмма осложнения после фундопликации по Nissen. Соскользнувшая манжета (стрелка на рис. А) сдавливает верхнюю часть тела желудка, дно желудка (стрелка на рис. В) растянуто вследствие нарушенной проходимости и расположено выше уровня диафрагмы, пищевод укорочен, пищеводно-желудочный переход расположен на 3 см выше уровня диафрагмы

Fig. 1. Radiograph of a complication after Nissen fundoplication. A slipped cuff (arrow in fig. A) compresses the upper part of the stomach body, the fundus (arrow in fig. B) is distended due to impaired patency and is located above the diaphragm level, the esophagus is shortened, the gastroesophageal junction is located 3 cm above the diaphragm level

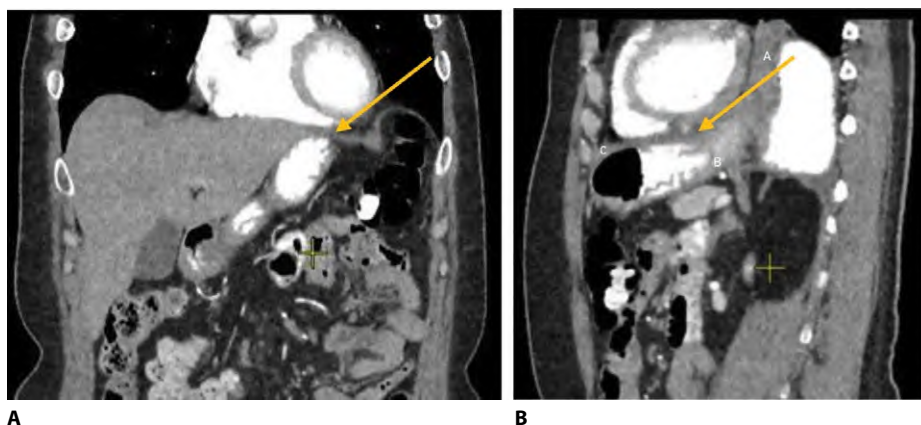


Рис. 2. Мультиспиральная компьютерная томография органов грудной клетки и брюшной полости в прямой (А) и боковой (В) проекциях. Стрелка указывает на уровень диафрагмы, выше и ниже которого виден заполненный контрастом желудок
Fig. 2. Multispiral computed tomography of the thoracic and abdominal cavities in the frontal (A) and lateral (B) projections. The arrow indicates the level of the diaphragm, above and below which the contrast-filled stomach is visible

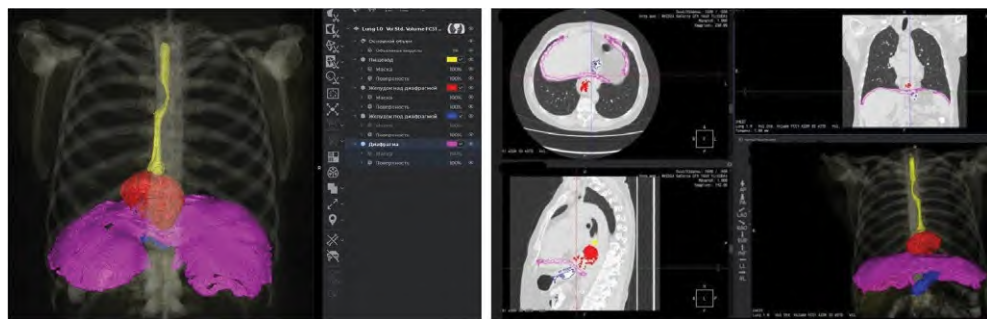


Рис. 3. Этап компьютерного моделирования: желтый цвет – пищевод, красный – часть желудка над диафрагмой, синий – часть желудка под диафрагмой, розовый – диафрагма
Fig. 3. Stage computer modeling: yellow – esophagus, red – stomach above the diaphragm, blue – stomach under the diaphragm, pink – diaphragm

и сагиттальных срезах. Полученные 3D-модели в дальнейшем сопоставлялись с интраоперационной картиной, при этом оценивалось их соответствие реальной анатомии пациента, влияние на течение операции и раннего послеоперационного периода.

Методика выполнения операции по А.Ф. Черноусову

Показаниями к хирургическому лечению рецидивных ГПОД были рефрактерный к медикаментозной терапии гастроэзофагеальный рефлюкс или наличие анатомических изменений, вызывающих или несущих риск возникновения угрожающих жизни осложнений (нарушения транспорта пищи, заворота и некроза грыжевого



содержимого). Хирургическая тактика была стандартизированной: всем пациентам выполняли рефундопликацию по методике А.Ф. Черноусова. 12 (80%) пациентам основной группы операция была выполнена лапароскопически, 3 (20%) – через открытый абдоминальный доступ.

Основной задачей оперативного вмешательства являлось формирование симметричной циркулярной манжеты с селективной проксимальной ваготомией, предложенной А.Ф. Черноусовым. В технике этого метода заложена профилактика таких осложнений, как сдавление стволов блуждающего нерва фундопликационной манжетой, перекрут и каскадная деформация желудка, смещение манжеты. Фундопликационная манжета при этом способе операции обладает антирефлюксными свойствами и в то же время лишена недостатков несимметричной фундопликации [15].

Техника оперативного вмешательства

До операции пациенту устанавливался назогастральный зонд с целью предупреждения аспирации и профилактики дисфагии, вызванной сужением просвета желудка в области сформированной манжеты. Важным этапом повторных антирефлюксных вмешательств является восстановление «нормальной» анатомии, в ходе которого выполняется тщательный адгезиолизис в области пищеводно-желудочного перехода, вскрывается малый сальник и создается доступ к основанию ножек пищеводного отверстия диафрагмы. В случае наличия ранее выполненной задней круорографии осуществляется удаление швов. Затем в заднем средостении из окружающих тканей выделяется пищевод и зона пищеводно-желудочного перехода с ранее сформированной манжетой. Далее – этап низведения манжеты, при этом анализируется ее состояние: если она сохранная, то необходимо изучить анатомию гастроэзофагеальной зоны и определить, была ли ранее выполнена абдоминализация пищевода. После этого устраняют параззофагеальную грыжу с грыжевым мешком.

После выполнения лапароскопической ревизии у пациентов с первичной или рецидивной ГПОД практически всегда имеет место спаечный процесс различной степени выраженности. В представленном ниже случае у пациента в подпеченочном пространстве отмечается умеренный адгезивный процесс, при этом верхние 2/3 тела желудка втянуты в заднее средостение, желудок грубо спаян с левой и правой ножками диафрагмы, левой плеврой, перикардом. Пищеводное отверстие диафрагмы расширено до 5 см, медиальные ножки диафрагмы атрофичны (рис. 4). В связи с втяжением части желудка и абдоминального отдела пищевода в грудную полость пищеводно-желудочный переход у данного пациента расположен на 4 см выше уровня диафрагмы. При длительном нахождении части желудка в грудной полости, а также после ранее выполненных антирефлюксных операций стенка часто бывает плотно фиксирована к пищеводному отверстию диафрагмы за счет рубцов. Кроме того, для адекватной мобилизации желудка в этой области хирургу необходимо идентифицировать и удалять швы после ранее выполненной задней круорографии.

После выделения грыжевого мешка из тканей заднего средостения он сепарируется от пищевода и низводится в брюшную полость. В большинстве случаев мы циркулярно мобилизуем пищевод на 4–5 см выше кардии. Желудок также мобилизуется циркулярно в области пищеводного отверстия диафрагмы с сохранением моторных ветвей нерва Латарже, с лигированием двух верхних коротких артерий и задней желудочной артерии. В некоторых случаях визуализация и сохранение стволов

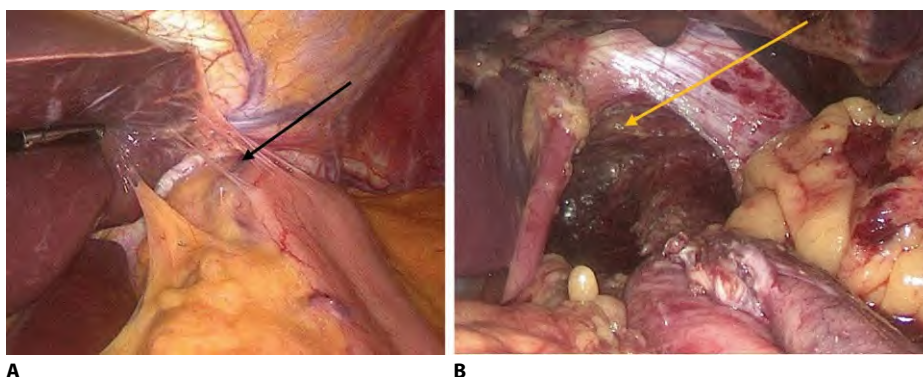


Рис. 4. Интраоперационное состояние пищеводно-желудочного перехода после предыдущей антирефлюксной операции: А – стрелка указывает на втянутый в грудную клетку желудок; В – стрелка указывает на расширенное до 5 см пищеводное отверстие диафрагмы

Fig. 4. Intraoperative status of the gastroesophageal junction after previous antireflux surgery: A – the arrow indicates the retracted into the chest stomach; B – the arrow indicates the diaphragmatic hiatus dilated to 5 cm

блуждающих нервов не представляются возможными в связи с выраженным спаечным процессом на уровне ножек диафрагмы.

После восстановления первичной анатомии пищеводно-желудочного перехода желудок берется на держалки и определяется состоятельность ранее сформированной манжеты. В большинстве случаев необходимо «раскручивать» ранее сформированную манжету и мобилизовать желудок в области рубцовых сращений для восстановления нормальной анатомии. В дальнейшем хирург выполняет

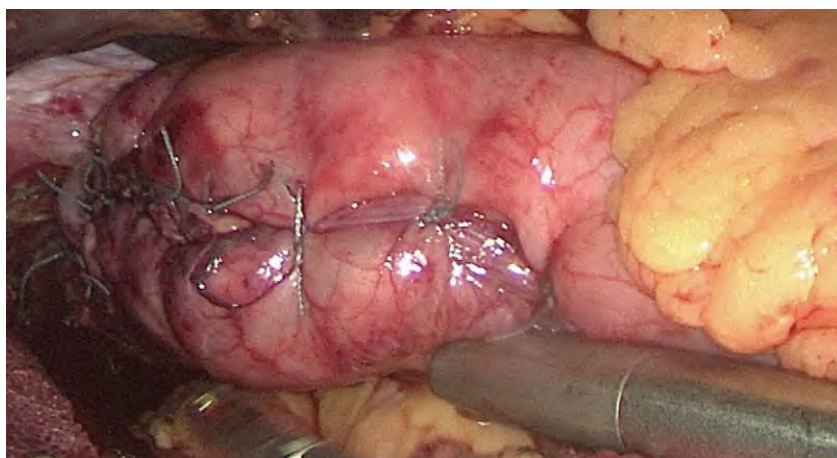


Рис. 5. Ремоделированная фундопликационная манжета
Fig. 5. Remodeled fundoplication cuff



ремоделирование или формирует новую манжету по методике А.Ф. Черноусова на толстом желудочном зонде с дополнительным эндоскопическим контролем при необходимости. Сформированная таким образом манжетка не ротирует, не деформирует и не сдавливает пищевод (рис. 5). Необходимость задней рекурорафии определяется индивидуально, при этом швы накладываются на уровне верхнего края рефундопликации. При вскрытии плевральной полости (в ходе выполнения адгезиолизиса в области пищеводно-желудочного перехода и в грудной полости) выполнением ее дренирование трансхиатально с подключением дренажа к системе вакуум-аспирации.

Учитывая трудности полноценной визуализации и риски повреждения стволов блуждающих нервов в условиях измененной анатомии при рецидивных ГПОД, для профилактики развития пилороспазма и атонии желудка всем пациентам в основной группе выполняли внеслизистую пилоропластику с ушиванием дефекта серозно-мышечной оболочки узловыми швами. В раннем послеоперационном периоде (2–3-и сутки после операции) выполняли контрольное рентгенологическое исследование с водорастворимым контрастом для определения функционального состояния манжетки.

Оценка эффективности лечения

Оценка эффективности проведенного лечения основывалась на анализе интра- и послеоперационных данных. Интраоперационные данные включали в себя следующие показатели: продолжительность оперативного вмешательства, объем интраоперационной кровопотери, частота интраоперационных нежелательных событий (вскрытие просвета желудка, пищевода, кровотечение), число конверсий при лапароскопическом доступе. Послеоперационные результаты содержат показатели о длительности пребывания пациента в отделении реанимации и интенсивной терапии, в стационаре, о наличии или отсутствии послеоперационных осложнений (как ранних, так и поздних) и способах их корригирования; показатели опросников GERD-Q и GSRS через 3–6 месяцев после операции. Ранние послеоперационные осложнения оценивали по классификации Clavien – Dindo. Интраоперационно оценивались возможные технические ошибки, допущенные при первой операции, которые могли привести к рецидиву заболевания. Полученные данные обработаны с использованием программы статистической обработки данных SPSS Statistics 29.

Таблица 3
Интра- и ранние послеоперационные показатели
Table 3
Intra- and early postoperative outcomes

Показатель	Все пациенты (n=39)	Основная группа (n=15)	Группа сравнения (n=24)	p-value
Длительность, мин	210±54	214±59	207±52	0,654
Кровопотеря, мл	161±66	151±65	167±67	0,552
Интраоперационные осложнения	3 (7,7%)	0 (0,0%)	3 (12,5%)	0,154
Послеоперационные койко-дни	9±3	10±4	9±3	0,804
Начало питания per os	3±1	2±1	3±1	0,130

Таблица 4

Ранние послеоперационные осложнения (30 сут.) по Clavien – Dindo

Table 4

Early postoperative complications (30 days) according to Clavien – Dindo

Показатель	Все пациенты (n=39)	Основная группа (n=15)	Группа сравнения (n=24)	p-value
Гиперфункция фундопликационной манжеты	4	2 (13,3%)	2 (8,3%)	0,616
Пилороспазм	4	0	4 (16,6%)	0,095

■ РЕЗУЛЬТАТЫ

Проведен анализ раннего и позднего послеоперационных периодов у 39 пациентов, перенесших реконструктивные операции. Эффективность проведенного лечения оценивали по динамике функционального статуса пациентов, результатам контрольных инструментальных исследований. Большинство включенных в исследование пациентов были прооперированы по поводу рецидива ГПОД после ранее перенесенной антирефлюксной операции (вне нашего лечебного учреждения). У части пациентов диагностировалась тотальная или субтотальная ГПОД. На дооперационном этапе и после выполнения первичной антирефлюксной операции пациенты получали консервативное лечение по рекомендации врача-гастроэнтеролога. Все хирургические вмешательства в исследуемых группах были выполнены одной хирургической бригадой, имеющей значительный опыт данных операций (более 100 подобных вмешательств). Интра- и ранние послеоперационные показатели выполненных вмешательств представлены в табл. 3.

У 13 (86,7%) из 15 пациентов в основной группе в результате выполнения повторной реконструктивной антирефлюксной операции достигнут положительный результат. При инструментальном исследовании данных, подтверждающих рецидив заболевания, не обнаружено. Пациенты оценивали свое состояние как удовлетворительное. В раннем послеоперационном периоде у 2 (13,3%) пациентов отмечалась умеренная дисфагия, обусловленная, по всей видимости, гиперфункцией сформированной манжеты и купированная сеансом эндоскопической кардиопневмодилатации. Ранние послеоперационные осложнения представлены в табл. 4. Интраоперационных осложнений в основной группе выявлено не было. При этом в группе сравнения, где пациентам не выполнялась 3D-реконструкция, были диагностированы следующие осложнения: в 1 (4,2%) случае – перфорация стенки пищевода при его мобилизации и в 2 (8,3%) случаях – кровотечение из левой желудочной артерии. Все интраоперационные осложнения были выявлены и устранены интраоперационно.

Отдаленные результаты лечения были оценены в основной группе пациентов. Срок наблюдения варьировал от 3 до 24 месяцев. У всех пациентов с укорочением пищевода, сформированной в грудной полости фундопликационной манжетой оценивали ее анатомическую и функциональную состоятельность при помощи рентгенологического исследования с барием и эзофагогастродуоденоскопии. При оценке качества жизни пациентов в основной группе по опроснику GSRS среднее значение составило $18,7 \pm 3,2$ балла (для сравнения дооперационное среднее значение данного показателя равнялось $61,9 \pm 6,4$ балла).



В послеоперационном периоде рецидив симптомов желудочно-пищеводного рефлюкса выявлен у 2 (13,3%) пациентов, в том числе у одного с укорочением пищевода. Рецидив заболевания был подтвержден при 24-часовой импеданс-рН-метрии. У 1 (6,6 %) пациента со сформированной в грудной клетке фундопликационной манжетой было констатировано снижение интенсивности заброса. У всех пациентов с хорошим функциональным результатом лечения при эндоскопическом осмотре отсутствовали признаки воспалительных изменений слизистой оболочки пищевода или прогрессирования цилиндроклеточной метаплазии. Язв и эрозивных дефектов выявлено не было.

■ ОБСУЖДЕНИЕ

Главными критериями эффективности оперативного вмешательства при ГПОД служат отсутствие рецидивов и удовлетворительное качество жизни в послеоперационный период. Повторные фундопликации и восстановление нормальной анатомии области пищеводно-желудочного перехода после ранее перенесенных операций отличаются повышенной хирургической сложностью по сравнению с первичными антирефлюксными операциями. Ряд исследований указывают на то, что исходы хирургического лечения рецидивирующей ГПОД после предшествующего антирефлюксного вмешательства зачастую менее благоприятны, чем результаты первичной операции, особенно после нескольких неудачных попыток. В исследованиях было показано, что пациенты с меньшим числом перенесенных вмешательств (фундопликация по Ниссену с крурорафией) демонстрируют более выраженный положительный клинический эффект по сравнению с теми, кто подвергался многократным антирефлюксным операциям (85% против 66% соответственно) [16, 17].

Таким образом, повторные операции при рецидиве ГЭРБ являются технически более сложными и трудоемкими по сравнению с первичными хирургическими вмешательствами и требуют значительного опыта хирурга. Кроме того, повторные операции не гарантируют благоприятный функциональный результат и сопровождаются непредвиденным количеством интра- и послеоперационных осложнений в условиях измененной анатомии, что вызвано длительным течением заболевания, явлений периэзофагита и спаечного процесса. С тех пор, как на основании двухмерных КТ-изображений были созданы первые 3D-модели, хирургическое сообщество во всем мире стало использовать данную методику и активно внедрять ее в клиническую практику [18–20].

Что касается темы нашего исследования, в России велись работы по визуализации ГПОД, особенностям сосудистого строения чревного ствола, однако систематических крупных исследований не публиковалось. Компьютерное 3D-моделирование в реконструктивной хирургии пищеводно-желудочного перехода представляет собой инновационный и перспективный подход. На сегодня эффективность 3D-моделирования для планирования хирургических вмешательств описана лишь в немногих исследованиях. При этом в других хирургических специальностях, например в урологии, показано положительное влияние 3D-моделирования на сокращение длительности операции, уменьшение кровопотери и продолжительности пребывания в стационаре [21–23].

3D-реконструкция позволяет персонализированно изучить анатомию зоны кардиоэзофагеального перехода и, как следствие, улучшить интраоперационную навигацию. В исследованиях зарубежных коллег продемонстрировано, что предоперационная 3D-реконструкция может играть значительную роль в хирургии области пищевода-желудочного перехода и позволяет улучшить результаты хирургического вмешательства и снизить частоту осложнений. Еще в 2006 г. ГПОД классифицировали с помощью динамической трехмерной реконструкции и сделали вывод, что система классификации была полезной для врача и клинически значимой, а представленные модели облегчали понимание сложных анатомических взаимоотношений. Также в своих работах зарубежные авторы подчеркивают целесообразность использования технологии 3D-моделирования для предоперационного планирования роботических операций [24–28].

В то же время к недостаткам данной методики можно отнести следующие факторы: время, необходимое для выполнения реконструкции; необходимость использования DICOM-файлов высокого качества и наличие дополнительного программного обеспечения, а также обучение работе с ним.

Развитие технологии предоперационного 3D-моделирования обеспечивает наглядное отображение анатомических структур. Так, в нашем случае дооперационное моделирование измененной анатомии и планирование этапов операции, а также ситуационный выбор в пользу «холодного» инструмента позволили избежать в первую очередь интраоперационных осложнений. Кроме того, выбранная в основной группе тактика позволила уменьшить количество ранних послеоперационных осложнений (относительно группы сравнения).

Можно предположить, что в ближайшем будущем по мере совершенствования технологических возможностей 3D-моделирование станет рутинной методикой в хирургии верхних отделов желудочно-кишечного тракта и принесет пользу как хирургам, так и пациентам. Трехмерные реконструкции повышают уровень комплаентности пациентов благодаря лучшему осознанию своего диагноза, что благоприятно сказывается на процессе принятия совместных решений.

■ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Технологии 3D-моделирования дают возможность интегрировать анатомическую информацию в визуализируемую, интерактивную форму, что открывает новые горизонты в области реконструктивной хирургии пищевода-желудочного перехода. Основное преимущество данной методики заключается в усовершенствованном понимании индивидуальных анатомических особенностей, что позволяет хирургу адаптировать лечение для каждого конкретного пациента. Использование предоперационного 3D-моделирования зоны пищевода-желудочного перехода позволяет хирургу избежать непредвиденных интраоперационных осложнений, сократить длительность оперативного вмешательства и, как результат, улучшить течение раннего послеоперационного периода. Безусловно, наше исследование обладает существенными ограничениями. Во-первых, оно проведено на довольно небольшой когорте пациентов, и оценка отдаленных результатов лечения выполнена лишь в основной группе. Во-вторых, пациенты в группах достаточно гетерогенны, и сложность хирургического вмешательства в группе пациентов, прооперированных после первичной антирефлюксной операции, отличалась от пациентов, которым рефундопликация выполнялась во второй или даже третий раз. В-третьих, хирургические



вмешательства проводились в специализированном центре бригадой хирургов с большим опытом подобных вмешательств, что, вероятно, обусловило полученные результаты. На наш взгляд, для более достоверной оценки роли предоперационного 3D-моделирования у пациентов с рецидивом ГПОД требуется дальнейшее проведение крупных мультицентровых рандомизированных исследований.

■ ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Zhang T., Zhang B., Tian W., et al. Trends in gastroesophageal reflux disease research: A bibliometric and visualized study. *Front Med (Lausanne)*. 2022 Sep 29;9:994534. doi: 10.3389/fmed.2022.994534
2. Hanna N.M., Kumar S.S., Collings A.T., et al. Management of symptomatic, asymptomatic, and recurrent hiatal hernia: a systematic review and meta-analysis. *Surg Endosc*. 2024 Jun;38(6):2917–2938. doi: 10.1007/s00464-024-10816-9. Epub 2024 Apr 17. Erratum in: *Surg Endosc*. 2024 Jun;38(6):3486. doi: 10.1007/s00464-024-10876-x
3. Draaisma W.A., Gooszen H.G., Tournioj E., et al. Controversies in paraesophageal hernia repair: a review of literature. *Surg Endosc*. 2005 Oct;19(10):1300–8. doi: 10.1007/s00464-004-2275-3
4. Katz P.O., Dunbar K.B., Schnoll-Sussman F.H., et al. ACG Clinical Guideline for the Diagnosis and Management of Gastroesophageal Reflux Disease. *Am J Gastroenterol*. 2022 Jan 1;117(1):27–56. doi: 10.14309/ajg.0000000000001538
5. Maret-Ouda J., Wahlin K., El-Serag H.B., et al. Association Between Laparoscopic Antireflux Surgery and Recurrence of Gastroesophageal Reflux. *JAMA*. 2017 Sep 12;318(10):939–946. doi: 10.1001/jama.2017.10981
6. Campos V., Palacio D.S., Glina F., et al. Laparoscopic treatment of giant hiatal hernia with or without mesh reinforcement: A systematic review and meta-analysis. *Int J Surg*. 2020 May;77:97–104. doi: 10.1016/j.ijsu.2020.02.036
7. Chu Y., Liu Y., Hua R., et al. Surgical strategies for recurrent hiatal hernia: three-point fundoplication fixation. *BMC Surg*. 2025 Jan 11;25(1):18. doi: 10.1186/s12893-025-02760-9
8. Fedorov V.I., Burmistrov M.V., Sharapov T.L., et al. Analysis of reconstructive interventions in case of failures in hiatal hernia surgery. *Grekov's Bulletin of Surgery*. 2024;183(3):38–43. (In Russ.) <https://doi.org/10.24884/0042-4625-2024-183-3-38-43>
9. Palenzuela D., Paudel M., Petrusa E., et al. Patients report significant improvement in quality of life following hiatal hernia repair-despite recurrence. *Surg Endosc*. 2024 Oct;38(10):6001–6007. doi: 10.1007/s00464-024-11106-0
10. Fedorov V.I., Burmistrov M.V., Sigal E.I., et al. Analysis of repeated and reconstructive surgeries in patients with hiatal hernia. *Endoscopic Surgery*. 2016;22(6):3–7. (In Russ.) <https://doi.org/10.17116/endoskop20162263-7>
11. Kolesnikov S.A., Bugaev V.V., Bugaeva S.R., et al. Complications of surgical treatment of hiatal hernia and tactics of its elimination: An observational non-randomized study. *Kuban Scientific Medical Bulletin*. 2024;31(3):30–43. (In Russ.) <https://doi.org/10.25207/1608-6228-2024-31-3-30-43>
12. Van Rijn S., Roebroek Y.G., Conchillo J.M., et al. Effect of Vagus Nerve Injury on the Outcome of Antireflux Surgery: An Extensive Literature Review. *Dig Surg*. 2016;33(3):230–9. doi: 10.1159/000444147
13. Schlottmann F., Herbella F.A., Allais M.E., et al. Surgical Treatment of Gastroesophageal Reflux Disease. *World J Surg*. 2017 Jul;41(7):1685–1690. doi: 10.1007/s00268-017-3955-1
14. Fedorov A., Beichel R., Kalpathy-Cramer J., et al. 3D Slicer as an image computing platform for the Quantitative Imaging Network. *Magn Reson Imaging*. 2012 Nov;30(9):1323–41. doi: 10.1016/j.mri.2012.05.001
15. Chernousov A.F., Khorobrykh T.V., Vetshev F.P., et al. Treatment of reflux esophagitis in patients with cardiofundal, subtotal and total hiatal hernias. *Pirogov Russian Journal of Surgery*. 2019;(6):41–48. (In Russ.) <https://doi.org/10.17116/hirurgia201906141>
16. Al Hashmi A.W., Pineton de Chambrun G., Souche R., et al. A retrospective multicenter analysis on redo-laparoscopic anti-reflux surgery: conservative or conversion fundoplication? *Surg Endosc*. 2019 Jan;33(1):243–251. doi: 10.1007/s00464-018-6304-z
17. Kivelä A.J., Kauppi J., Räsänen J., et al. Long-Term Health-Related Quality of Life (HRQoL) After Redo-Fundoplication. *World J Surg*. 2021 May;45(5):1495–1502. doi: 10.1007/s00268-021-05954-3. Epub 2021 Jan 27. Erratum in: *World J Surg*. 2021 May;45(5):1503. doi: 10.1007/s00268-021-06009-3
18. Little A.G., Ferguson M.K., Skinner D.B. Reoperation for failed antireflux operations. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1986 Apr;91(4):511–7
19. Robb H.D., Scrimgeour G., Boshier P.R., et al. Current and possible future role of 3D modelling within oesophagogastric surgery: a scoping review protocol. *BMJ Open*. 2021 Oct 7;11(10):e045546. doi: 10.1136/bmjopen-2020-045546
20. Arezzo A., Vettoretto N., Francis N.K., et al. The use of 3D laparoscopic imaging systems in surgery: EAES consensus development conference 2018. *Surg Endosc*. 2019 Oct;33(10):3251–3274. doi: 10.1007/s00464-018-06612-x
21. Sørensen S.M., Savran M.M., Konge L., et al. Three-dimensional versus two-dimensional vision in laparoscopy: a systematic review. *Surg Endosc*. 2016 Jan;30(1):11–23. doi: 10.1007/s00464-015-4189-7
22. Sinonquel P., Vermeire S., Maes F., et al. Advanced Imaging in Gastrointestinal Endoscopy: A Literature Review of the Current State of the Art. *GE Port J Gastroenterol*. 2022 Nov 4;30(3):175–191. doi: 10.1159/000527083
23. Robb H.D., Arif A., Narendranath R.M. How is 3D modeling in metabolic surgery utilized and what is its clinical benefit: a systematic review and meta-analysis. *Int J Surg*. 2025 Feb 26. doi: 10.1097/JIS.0000000000002301. Epub ahead of print.
24. Shirk J.D., Thiel D.D., Wallen E.M., et al. Effect of 3-Dimensional Virtual Reality Models for Surgical Planning of Robotic-Assisted Partial Nephrectomy on Surgical Outcomes: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Netw Open*. 2019 Sep 4;2(9):e1911598. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2019.11598
25. Pietrabissa A., Marconi S., Nigrello E., et al. An overview on 3D printing for abdominal surgery. *Surg Endosc*. 2020 Jan;34(1):1–13. doi: 10.1007/s00464-019-07155-5
26. Kavic S.M., Segan R.D., George I.M., et al. Classification of hiatal hernias using dynamic three-dimensional reconstruction. *Surg Innov*. 2006 Mar;13(1):49–52. doi: 10.1177/155335060601300108
27. Robb H.D., Scrimgeour G., Boshier P.R., et al. Current and possible future role of 3D modelling within oesophagogastric surgery: a scoping review protocol. *BMJ Open*. 2021 Oct 7;11(10):e045546. doi: 10.1136/bmjopen-2020-045546
28. Marano L., Ricci A., Savelli V., et al. From digital world to real life: a robotic approach to the esophagogastric junction with a 3D printed model. *BMC Surg*. 2019 Oct 25;19(1):153. doi: 10.1186/s12893-019-0621-6