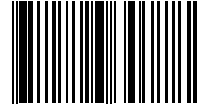


ISSN 2226-3071



9 77226 30782 >

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКОГО АГЕНТСТВА

КЛИНИЧЕСКАЯ БОЛЬНИЦА

№ 2 (34) 2022

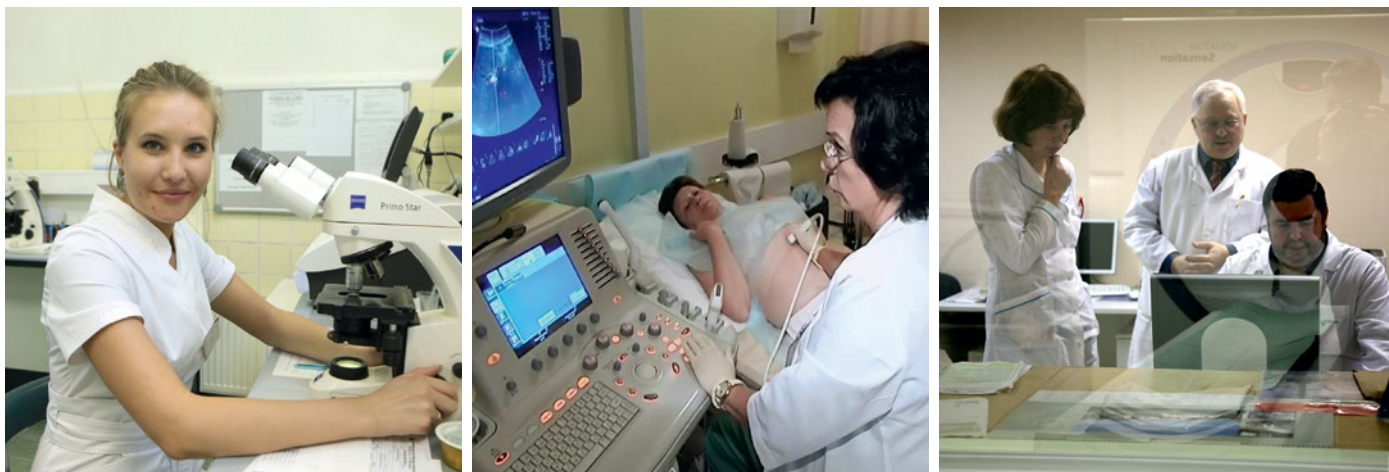


THE HOSPITAL

THEORETICAL AND PRACTICAL
JOURNAL OF FEDERAL MEDICAL AND BIOLOGICAL AGENCY



Федеральное государственное бюджетное учреждение
**СЕВЕРО-ЗАПАДНЫЙ ОКРУЖНОЙ
НАУЧНО-КЛИНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР им. Л. Г. СОКОЛОВА**
Федерального медико-биологического агентства



Крупнейший многопрофильный больнично-поликлинический комплекс
Высочайший уровень организации лечебного процесса
Отличная материально-техническая база

- Поликлинический комплекс, обслуживающий более 1500 пациентов в день.
- Стационар с палатами комфортного пребывания.
- Широкий перечень хирургической помощи по направлениям: общая хирургия, хирургия печени и желчевыводящих путей, урология, гинекология, проктология, сосудистая хирургия, ангиокардиопластика, офтальмология, оториноларингология, хирургия мягких тканей, пластическая и реконструктивная хирургия, хирургическая косметология, нейрохирургия, травматология, челюстно-лицевая хирургия, хирургия эндокринной системы.
- Новейшие методы лечения онкологических заболеваний.
- Более 1000 операций на открытом сердце по современным методикам.
- Экстренная хирургия 24 часа в сутки.
- Лапароскопические и эндоскопические операции.
- Клиническая лаборатория со службой экспресс-диагностики, иммунологическая лаборатория, лаборатория бактериологических и вирусологических исследований.
- Функциональная и ультразвуковая диагностика на современном оборудовании экспертного класса.
- Квалифицированная помощь при общетерапевтической патологии, заболеваниях внутренних органов, сердца, в том числе инфаркте миокарда, неврологических и дерматологических заболеваниях.
- Высокотехнологичная медицинская помощь в рамках национальной программы «Здоровье» по брахитерапии, кохлеарной имплантации, торакальной хирургии, эндокринологии, офтальмологии, ЭКО.
- Весь спектр методик МРТ, одномоментные исследования всего тела с большим пространственным разрешением.
- Новейшая гамма-камера (радионуклидные исследования) с широким диапазоном режимов – динамическим, статическим, томографическим, сканирование скелета пациента.
- Лидирующие позиции в исследованиях методом эндоскопической ультразвукографии (ЭндоУЗИ).
- Исследования желудочно-кишечного тракта с помощью видеокапсулы – миниатюрной камеры-компьютера.
- Собственная служба скорой медицинской помощи.
- Специальные программы обследования в максимально короткий срок на базе приемного отделения.

194291, Санкт-Петербург, пр. Культуры, д. 4
Единый информационно-справочный центр
(812) 363-1-122
www.med122.com

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ «КЛИНИЧЕСКАЯ БОЛЬНИЦА» – научный междисциплинарный рецензируемый журнал Федерального медико-биологического агентства.

УЧРЕДИТЕЛЬ – Федеральное государственное бюджетное учреждение «Северо-Западный окружной научно-клинический центр имени Л. Г. Соколова» Федерального медико-биологического агентства.

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР – Почетный президент ФГБУ «Северо-Западный окружной научно-клинический центр имени Л. Г. Соколова» ФМБА России, заслуженный врач России, доктор медицинских наук, профессор Я. А. Накатис.

ГЛАВНЫЙ НАУЧНЫЙ КОНСУЛЬТАНТ – руководитель ФМБА России, член-корреспондент РАН, доктор медицинских наук, профессор В. И. Скворцова.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ – президент ФГБУ «Детский научно-клинический центр инфекционных болезней ФМБА России», академик РАН, доктор медицинских наук, профессор Ю. В. Лобзин.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА – советник медицинского директора по диагностическим службам ФГБУ «Северо-Западный окружной научно-клинический центр имени Л. Г. Соколова» ФМБА России, доктор медицинских наук, профессор С. В. Кузнецов.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ: доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент РАН С. С. Алексанин; доктор медицинских наук,

THE HOSPITAL – THEORETICAL AND PRACTICAL JOURNAL OF FEDERAL MEDICAL AND BIOLOGICAL AGENCY.

FOUNDER – Sokolov' North-West Regional Scientific and Clinical Center of the Federal Medical and Biological Agency.

EDITOR-IN-CHIEF – Honorary President of the Sokolov' North-West Regional Scientific and Clinical Center of the Federal Medical and Biological Agency, Honored Doctor of Russia, MD, Prof. Ya. A. Nakatis.

CHIEF SCIENTIFIC ADVISER – Head of the Federal Medical and Biological Agency, Corresponding Member of RAS, MD, Prof. V. I. Skvortsova.

CHAIRMAN OF THE EDITORIAL BOARD – President of the Children's Research and Clinical Center for Infectious Diseases of the Federal Medical and Biological Agency, Academician of RAS, MD, Prof. Yu. V. Lobzin.

CHAIRMAN OF THE EDITORIAL COUNCIL – Adviser to the Chief Medical Officer for Diagnostic Services of the Sokolov' North-West Regional Scientific and Clinical Center of the Federal Medical and Biological Agency, MD, Prof. S. V. Kuznetsov.

№ 2 (34) 2022 г.

профессор, академик РАН С. Ф. Багненко; доктор медицинских наук, профессор В. Р. Рембовский; доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент РАН А. С. Симбирцев; доктор медицинских наук, профессор Р. М. Тихилов; доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент РАН В. Х. Хавинсон; доктор медицинских наук, профессор, академик РАН Г. Г. Хубулава; доктор медицинских наук, профессор, академик РАН Ю. К. Янов.

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ: доктор медицинских наук В. П. Акимов; доктор медицинских наук, профессор В. Ф. Беженарь; доктор медицинских наук Н. П. Ванчакова; доктор медицинских наук, профессор А. И. Горелов; доктор медицинских наук, профессор С. И. Горелов; доктор медицинских наук, профессор В. С. Гуревич; доктор медицинских наук А. В. Дячук; доктор медицинских наук А. П. Ельчанинов; доктор медицинских наук, профессор В. А. Кашенко; доктор медицинских наук С. О. Мазуренко; доктор медицинских наук, профессор Р. В. Орлова; доктор медицинских наук А. А. Пайвин; доктор медицинских наук В. Г. Пищик; доктор медицинских наук, профессор В. А. Ратников; доктор медицинских наук, профессор В. К. Рыжков; доктор медицинских наук, профессор Н. Ю. Семиголовский; доктор медицинских наук Л. А. Строкова; доктор медицинских наук, профессор Ю. С. Титков; доктор медицинских наук, профессор В. Л. Филиппов.

РЕДАКТОР – А. Е. Василевская.

КОРРЕКТОР – П. И. Сидорова.

EDITORIAL BOARD – MD, Prof., Corresponding Member of RAS S. S. Aleksanin; MD, Prof., Academician of RAS S. F. Bagnenko; MD, Prof., Corresponding Member of RAS V. Kh. Khavinson; MD, Prof., Academician of RAS G. G. Khubulava; MD, Prof. V. R. Rembovskii; MD, Prof., Corresponding Member of RAS A. S. Simbirtsev; MD, Prof. R. M. Tikhilov; MD, Prof., Academician of RAS Yu. K. Yanov.

EDITORIAL COUNCIL – MD V. P. Akimov; MD, Prof. V. F. Bezhenar; MDA V. Dyachuk; MDA P. Elchaninov; MD, Prof. V. L. Filippov; MD, Prof. A. I. Gorelov; MD, Prof. S. I. Gorelov; MD, Prof. V. S. Gurevich; MD, Prof. V. A. Kashchenko; MD S. O. Mazurenko; MD, Prof. R. V. Orlova; MD A. A. Payvin; MD V. G. Pishchik; MD, Prof. V. A. Ratnikov; MD, Prof. V. K. Ryzhkov; MD, Prof. N. Yu. Semigolovskii; MD L. A. Strokova; MD, Prof. Yu. S. Titkov; MD N. P. Vanchakova.

EDITOR – A. E. Vasilevskaya.

CORRECTOR – P. I. Sidorova.

Журнал «Клиническая больница» – периодическое научно-практическое рецензируемое издание.

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере массовых коммуникаций, связи и охраны культурного наследия.

Свидетельство о регистрации (Роскомнадзор) ПИ № ФС77-81135 от 17 мая 2021 г. Издается ежеквартально. Тираж 200 экз.

Полное или частичное воспроизведение материалов, содержащихся в издании, допускается с письменного разрешения редакции.

Учредитель: Федеральное государственное бюджетное учреждение «Северо-Западный окружной научно-клинический центр имени Л. Г. Соколова» Федерального медико-биологического агентства.

Адрес редакции: 194291, г. Санкт-Петербург, пр. Культуры, д. 4., тел./факс (812) 559-9724, e-mail: panacea@med122.com. Обложка: Владимир Золотухин «Левитация».

Изготовлено в ООО «БМН», 197229, г. Санкт-Петербург, МО «Лакhta-Ольгино», ул. Новая, д. 51, к. 10, пом. 54, тел. +7 (921) 942-82-23. Отдано в печать 30.09.2022.

Номер заказа № 04044-22 от 30.09.2022 года.

СОДЕРЖАНИЕ

CONTENTS

КЛИНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

**Лодыгин А. В., Кащенко В. А., Овчинников Т. С.,
Коптеев Н. Р.**

ПЕРВЫЙ ОПЫТ ЛАПАРОСКОПИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ
ПРИ СИНДРОМЕ ДАНБАРА..... 7

**Абрамовский С. В., Симулис И. С.,
Сыроватский А. А., Иванова Г. Г., Силантьева А. В.,
Пришляк В. Б., Богатиков А. А.**

НЕУСТРАНЕННАЯ АНЕМИЯ – ПРЕДИКТОР
ТРУДНОСТЕЙ ПЕРИОПЕРАЦИОННОГО
ПЕРИОДА..... 14

Ланков Т. С., Карачун А. М.

ИЗУЧЕНИЕ СВЯЗИ ВЫРАЖЕННОСТИ
ВОСПАЛИТЕЛЬНОГО ОТВЕТА В ЗАВИСИМОСТИ
ОТ ОСЛОЖНЕННОГО ТЕЧЕНИЯ
ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОГО ПЕРИОДА ПОСЛЕ
КОЛОРЕКТАЛЬНОЙ РЕЗЕКЦИИ ПО ПОВОДУ
КОЛОРЕКТАЛЬНОГО РАКА..... 17

Хлобыстин Р. Ю.

ЭНТЕРАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ ДО И ПОСЛЕ ОПЕРАЦИИ
ПО ПОВОДУ РАКА ЖЕЛУДКА. ПОЧЕМУ И КАК МЫ
ЭТО ДЕЛАЕМ..... 23

НАУЧНЫЕ ОБЗОРЫ И ЛЕКЦИИ

**Кащенко В. А., Богатиков А. А., Лодыгин А. В.,
Павлов Р. В., Топузов Р. Э.**

ИНТРАОПЕРАЦИОННЫЕ ЧЕКПОЙНТЫ
И КОНЦЕПЦИЯ БЕЗОПАСНОЙ ХИРУРГИИ..... 27

**Маскин С. С., Карсанов А. М., Дербентцева Т. В.,
Александров В. В., Пароваткин М. И.**

РАСПРОСТРАНЕННЫЙ ГНОЙНЫЙ ПЕРИТОНИТ:
ПОИСКИ ТОЧЕК ОПОРЫ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ
БЕЗОПАСНОСТИ ЛЕЧЕНИЯ 35

CLINICAL STUDIES

**Lodygin A. V., Kashchenko V. A., Ovchinnikov T. S.,
Kopteev N. R.**

THE FIRST EXPERIENCE OF LAPAROSCOPIC
SURGERY IN DUNBAR SYNDROME..... 7

**Abramovskii S. V., Simutis I. S., Syrovatskii A. A.,
Ivanova G. G., Silantieva A. V., Prishlyak V. B.,
Bogatikov A. A.**

UNCORRECTED ANEMIA IS A PREDICTOR
OF PERIOPERATIVE DIFFICULTIES..... 14

Lankov T. S., Karachun A. M.

THE SYSTEMIC INFLAMMATORY RESPONSE
DEPENDING ON THE COMPLICATED COURSE
OF THE POSTOPERATIVE PERIOD AFTER
COLORECTAL RESECTION FOR COLORECTAL
CANCER 17

Khlobystin R. Yu.

ENTERAL NUTRITION BEFORE AND
AFTER SURGERY FOR GASTRIC CANCER.
WHY AND HOW WE DO IT..... 23

SCIENTIFIC REVIEWS AND LECTURES

**Kashchenko V. A., Bogatikov A. A., Lodygin A. V.,
Pavlov R. V., Topuzov R. E.**

INTRAOPERATIVE CHECKPOINTS AND THE CONCEPT
OF SAFE SURGERY..... 27

**Maskin S. S., Karsanov A. M., Derbentseva T. V.,
Aleksandrov V. V., Parovatkina M. I.**

DIFFUSE PURULENT PERITONITIS: SEARCHING
FOR FOCUS TO IMPROVE THE SAFETY
OF TREATMENT..... 35

**Ведянская Д. А., Краморов Е. С., Ратников В. А.,
Кащенко В. А.**

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИНТРАОПЕРАЦИОННОЙ
ОЦЕНКИ ПЕРФУЗИИ ТКАНЕЙ 42

**Амелина И. Д., Карачун А. М., Багненко С. С.,
Ратников В. А., Кащенко В. А.**

ЛУЧЕВЫЕ МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ
И СТАДИРОВАНИЯ РАКА ЖЕЛУДКА: ЧТО ВАЖНО
ЗНАТЬ ХИРУРГУ 55

Божок А. А.

ВОПРОСЫ ОБЪЕМА ЛИМФОДИССЕКЦИИ ПРИ РАКЕ
МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ ПОСЛЕ НЕОАДЪЮВАНТНОГО
СИСТЕМНОГО ЛЕЧЕНИЯ 68

**Светликов А. В., Гамзатов Т. Х., Кебрыков А. В.,
Кащенко В. А.**

ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ЛЕЧЕНИЯ
АТЕРОСКЛЕРОЗА НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ: ВСЕ
НОВОЕ – ХОРОШО ЗАБЫТОЕ СТАРОЕ 75

**Vedyanskaya D. A., Kramorov E. S., Ratnikov V. A.,
Kashchenko V. A.**

CURRENT METHODS OF INTRAOPERATIVE
ASSESSMENT OF TISSUE PERFUSION 42

**Amelina I. D., Karachun A. M., Bagnenko S. S.,
Ratnikov V. A., Kashchenko V. A.**

RADIATION METHODS FOR DIAGNOSING AND
STAGING GASTRIC CANCER: WHAT IS IMPORTANT
FOR A SURGEON TO KNOW 55

Bozhok A. A.

QUESTIONS OF AXILLARY REGION SURGERY
IN BREAST CANCER PATIENTS AFTER NEOADJUVANT
SYSTEMIC THERAPY 68

**Svetlikov A. V., Gamzatov T. Kh., Kebryakov A. V.,
Kashchenko V. A.**

INNOVATIVE METHODS OF TREATMENT
OF ATHEROSCLEROSIS OF THE LOWER
EXTREMITIES: EVERYTHING NEW IS THE WELL-
FORGOTTEN OLD 75

НОВОСТИ СОВРЕМЕННОЙ МЕДИЦИНЫ

**Панченков Д. Н., Абдулкеримов З. А.,
Семенякин И. В., Габдуллин А. Ф., Григорьева Е. В.,
Лискевич Р. В., Тупикин К. А., Климов Д. Д.,
Прохоренко Л. С.**

ТЕХНОЛОГИЯ ДОПОЛНЕННОЙ
РЕАЛЬНОСТИ В ЛАПАРОСКОПИЧЕСКОЙ
ГЕПАТОПАНКРЕАТОБИЛИАРНОЙ ХИРУРГИИ... 79

NEWS OF MODERN MEDICINE

**Panchenkov D. N., Abdulkarimov Z. A.,
Semenyakin I. V., Gabdullin A. F., Grigorieva E. V.,
Liskevich R. V., Tupikin K. A., Klimov D. D.,
Prokhorenko L. S.**

AUGMENTED REALITY TECHNOLOGY
IN LAPAROSCOPIC HEPATOPANCREATOBILIARY
SURGERY 79

УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ!

Вы держите в руках особый номер журнала «Клиническая больница». 2023 год – юбилейный: в январе 1973 года начала свою жизнь МСЧ № 122, приемником которой является ФГБУ «СЗОНКЦ имени Л. Г. Соколова» ФМБА России. Мы подготовили специальные выпуски, которые включают публикации по основным темам юбилейных конференций. В этих работах отражены достижения как сотрудников СЗОНКЦ имени Л. Г. Соколова, так и наших коллег из других учреждений.

Мы понимаем, что успешное функционирование коллектива зависит от множества экономических, клинических, научных и образовательных факторов. Многолетняя работа по тонкой настройке всех междисциплинарных элементов является залогом успеха гармоничного звучания «клинического оркестра» СЗОНКЦ имени Л. Г. Соколова. Хирургическая служба, включающая онкологов, урологов, хирургов и других специалистов, является важным элементом научно-клинического центра. Именно поэтому успех междисциплинарного подхода находит свое отражение в большинстве публикаций журнала.

Мы являемся свидетелями абсолютно нового уровня взаимодействия диагностических и лечебных служб, когда этап обследования пациента синхронизируется с лечением во времени и пространстве. Фактически мы непосредственно переходим к тераностике – визуальному симбиозу диагностики и лечения, другими словами, мы видим то, что лечим, а лечим то, что видим. Мультидисциплинарность и мультимодальность – это будущее медицины, и мы формируем это будущее.

Генеральный директор СЗОНКЦ
им. Л. Г. Соколова

В. М. Колабутин

Почетный президент,
главный редактор журнала
«Клиническая больница»

Я. А. Накатис

Заместитель генерального директора –
медицинский директор

В. А. Ратников

Заместитель генерального директора
по научно-образовательной работе

В. А. Кащенко

ПЕРВЫЙ ОПЫТ ЛАПАРОСКОПИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ ПРИ СИНДРОМЕ ДАНБАРА

^{1,2,3}А. В. Лодыгин, ^{1,2}В. А. Кащенко, ^{2,3}Т. С. Овчинников, ^{1,2}Н. Р. Коптеев

¹ФГБУ «Северо-Западный окружной научно-клинический центр имени Л. Г. Соколова» ФМБА России

²ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»

³ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И. И. Мечникова» Минздрава России

^{1,2,3}A. V. Lodygin, ^{1,2}V. A. Kashchenko, ^{2,3}T. S. Ovchinnikov, ^{1,2}N. R. Kopteev

THE FIRST EXPERIENCE OF LAPAROSCOPIC SURGERY IN DUNBAR SYNDROME

¹Sokolov' North-West Regional Scientific and Clinical Center of the Federal Medical and Biological Agency

²Saint Petersburg State University

³Mechnikov' North-West Medical University of the Ministry of Health of Russia

РЕФЕРАТ. Синдром Данбара – заболевание, обусловленное экстравазальной компрессией чревного ствола срединной дугообразной связкой диафрагмы, ножками диафрагмы или нейрофиброзной тканью чревного сплетения [7]. Это необычная патология, которая характеризуется множеством неспецифических симптомов: постпрандиальной абдоминальной болью, болью в эпигастрии, потерей веса, диареей, тошнотой, рвотой, невровегетативными расстройствами. Лечение заболевания только хирургическое, заключается в декомпрессии чревного ствола. Операция выполняется открытым доступом или миниинвазивно – лапароскопически или роботически. В настоящее время предпочтение отдается лапароскопической или роботической методике хирургического лечения синдрома Данбара в связи с наилучшими послеоперационными результатами. Использование ангиопластики и стентирования чревного ствола целесообразно при рецидиве после первичной декомпрессии чревного ствола, поскольку эндоваскулярная операция не устраняет внешнее сдавление ЧС и нецелесообразна в качестве первичного варианта хирургического лечения [4].

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: экстравазальная компрессия чревного ствола, лапароскопические операции при синдроме Данбара.

Введение

Синдром Данбара впервые был описан В. Lipshutz в 1917 году. Проводя аутопсии, он заметил, что существует вариант анатомии, когда медиальная дугообразная связка располагается впереди чревного ствола и вызывает его компрессию [12]. В 1963 году Р. Т. Najjola опубликовал данные о клиническом разрешении постпрандиальной боли в эпигастрии у 57-летнего мужчины после оперативного лечения – декомпрессии чревного ствола. По данным автора, причиной боли было экстравазальное сдавление ЧС рубцово измененной ганглионарной тканью чревного сплетения [9]. J. D. Dunbar и соавт. в 1965 году на основании клинической картины, данных ангиографии ЧС, а также результатов оперативного лечения – де-

SUMMARY. Dunbar syndrome is a disease due to extravasal compression of the cranial trunk by the medial arch ligament of the diaphragm, the legs of the diaphragm, or the neurofibrous tissue of the celiac plexus [7]. It is an unusual pathology characterized by a variety of nonspecific symptoms: postprandial abdominal pain, epigastric pain, weight loss, diarrhea, nausea, vomiting, neurovegetative disorders. Treatment of the disease is only surgical and consists in decompression of the celiac trunk. Surgery is performed by open access or mini-invasively – laparoscopic or robotic. Currently, laparoscopic or robotic technique of surgical treatment of Dunbar syndrome is preferred due to the best postoperative results. The use of angioplasty and stenting of the celiac trunk is reasonable in relapse after primary decompression, because endovascular surgery does not eliminate external compression of the celiac trunk and is inexpedient as a primary surgical treatment option [4].

KEY WORDS: extravasal compression of the celiac trunk, laparoscopic surgery in Dunbar syndrome.

компрессии ЧС – продемонстрировали, что причиной абдоминальной ишемии и боли у 13 пациентов было сдавление ЧС срединной дугообразной связкой [7].

Синдром Данбара чаще встречается у женщин, чем у мужчин (соотношение 4:1), а также у лиц в возрасте от 30 до 50 лет худощавого телосложения [19]. Существует несколько основных патоморфологических теорий возникновения синдрома: высокое расположение ЧС при нормально расположенной связке диафрагмы, нормальное расположение ЧС при гипертрофированной связке, а также возможен вариант при нормальном расположении ЧС и диафрагмальной связки, сдавление при этом происходит за счет фиброзных ганглионарных разрастаний ЧС [2].

Предполагается, что у 10–24% людей медиальная дугообразная связка диафрагмы располагается впереди ЧС, вызывая его компрессию. Однако только у 1% из этой группы возникает характерная симптоматика [10]. В исследовании 2013 года V. Kazan и соавт. продемонстрировали, что частота стеноза ЧС, по данным КТ-ангиографии брюшной полости в выборке 450 пациентов с абдоминальной симптоматикой, составила 7%. Авторы предполагают, что приблизительно у 50% пациентов причиной стеноза ЧС является компрессия ЧС медиальной дугообразной связкой диафрагмы [3].

Компрессия ЧС средней дугообразной связкой усиливается во время выдоха, поскольку диафрагмальная связка перемещается краниально и снимается при вдохе [18]. Учитывая особенности коллатерального кровотока, перфузия кишечника должна быть достаточной независимо от того, снижен ли кровоток в ЧС, при наличии адекватного кровотока в бассейнах верхней и нижней брыжеечной артерий. Это утверждение подтверждается высокой распространенностью лиц с рентгенологическими признаками компрессии ЧС, но без клинической картины [5].

Клиническая картина синдрома Данбара вариабельна, характерно частое сочетание с ГПОД и ГЭРБ, в связи с чем нет определенного патогномичного симптома. В систематическом обзоре 2012 года J. C. Jimenez и соавт. продемонстрировали, что постпрандиальная абдоминальная боль является наиболее распространенным симптомом при компрессии ЧС и наблюдается у 80% пациентов [11]. Боль непостоянна, но чаще всего локализуется в эпигастрии. Она может возникать в покое и быть постоянной или периодической. Кроме того, боль может быть позиционной, ее можно уменьшить, наклонившись вперед или подтянув колени к груди [8, 15]. В ретроспективном обзоре 2006 года D. A. Cusati и соавт. указали на наиболее частые жалобы пациентов с синдромом Данбара: боль в животе (94%), боль в животе после приема пищи (80%), потеря веса (50%), вздутие живота (39%), тошнота и рвота (55,6%) и боли в животе, вызванные упражнениями (8%) [16].

Пациенты с синдромом Данбара проходят комплексное обследование, включающее УЗИ и КТ органов брюшной полости, гастроскопию и колоноскопию, что часто заканчивается безрезультатно. Данные пациенты наблюдаются и получают лечение в течение длительного времени у гастроэнтеролога, однако симптоматика заболевания остается. Развиваются психосоматические явления, и пациенты становятся заложниками болезни. Установить диагноз удастся с использованием КТ-ангиографии или МР-ангиографии брюшной полости в сочетании с дуплексным ультразвуковым исследованием ЧС во время вдоха и глубокого выдоха [17, 22].

С 1963 года в мире осуществлено множество ретроспективных исследований, систематиче-

ских обзоров, где проводится оценка результатов хирургического лечения синдрома Данбара. Наиболее показательным в качестве сравнения результатов открытой и лапароскопической хирургии синдрома Данбара является указанный ранее систематический обзор 2012 года. J. C. Jimenez и соавт. провели анализ результатов хирургического лечения 400 пациентов с синдромом Данбара, оперированных открыто (279 пациентов) и лапароскопически (121 пациент) за период с 1963 по 2012 год. Результаты исследования показали, что в лапароскопической группе в раннем п/о периоде наблюдалось более быстрое разрешение характерной симптоматики в сравнении с группой открытого доступа (96% vs 78%). Конверсия доступа из-за интраоперационного кровотечения производилась у 9% пациентов в лапароскопической группе. В группе открытой операции наиболее распространенные осложнения – тромбоз шунтирующего трансплантата (n = 6; 2%) и инсульт (n = 4; 1,4%). В группе открытого доступа рецидив симптоматики наблюдался у 19 пациентов, в то время как в лапароскопической группе у 7 пациентов (6,8% vs 5,7%). При этом 14% пациентов, получивших лапароскопическое лечение, потребовалась последующая эндоваскулярная или открытая реваскуляризация ЧС. На основании полученного опыта авторы предлагают собственный алгоритм лечения пациентов с синдромом Данбара (рис. 1) и приходят к выводу, что лапароскопические операции при синдроме Данбара являются альтернативой открытой операции [11].

В систематическом обзоре 2018 года M. Podda и соавт. провели анализ результатов хирургического лечения 373 пациентов с синдромом Данбара: 354 пациента оперированы лапароскопически за период с 2000 по 2017 год и 19 пациентов оперированы роботически за период с 2007 по 2015 год. Конверсия доступа была выполнена в 6,8% случаев в группе лапароскопии, в то время как при выполнении роботической операции не было зарегистрировано ни одного случая конверсии. Купирование симптомов в раннем п/о периоде было отмечено в 92,1% случаев после лапароскопической операции и в 84,2% случаев после роботической. В группе лапароскопии наблюдался больший процент рецидивов симптомов в сравнении с роботической группой (9% vs 5,3%). Лапароскопическая операция была связана с более высоким количеством осложнений по сравнению с роботическим вариантом лечения (7,3% vs 5,3%). Устранение тремора оператора, дополнительные степени свободы движений и качественная визуализация с увеличением при роботической операции позволяют выполнить качественную диссекцию диафрагмальной связки в области ЧС, что помогает профилактировать осложнения и снизить процент рецидивов [20].

В ретроспективном исследовании 2021 года Pather и соавт. проанализировали результаты открытой и ла-

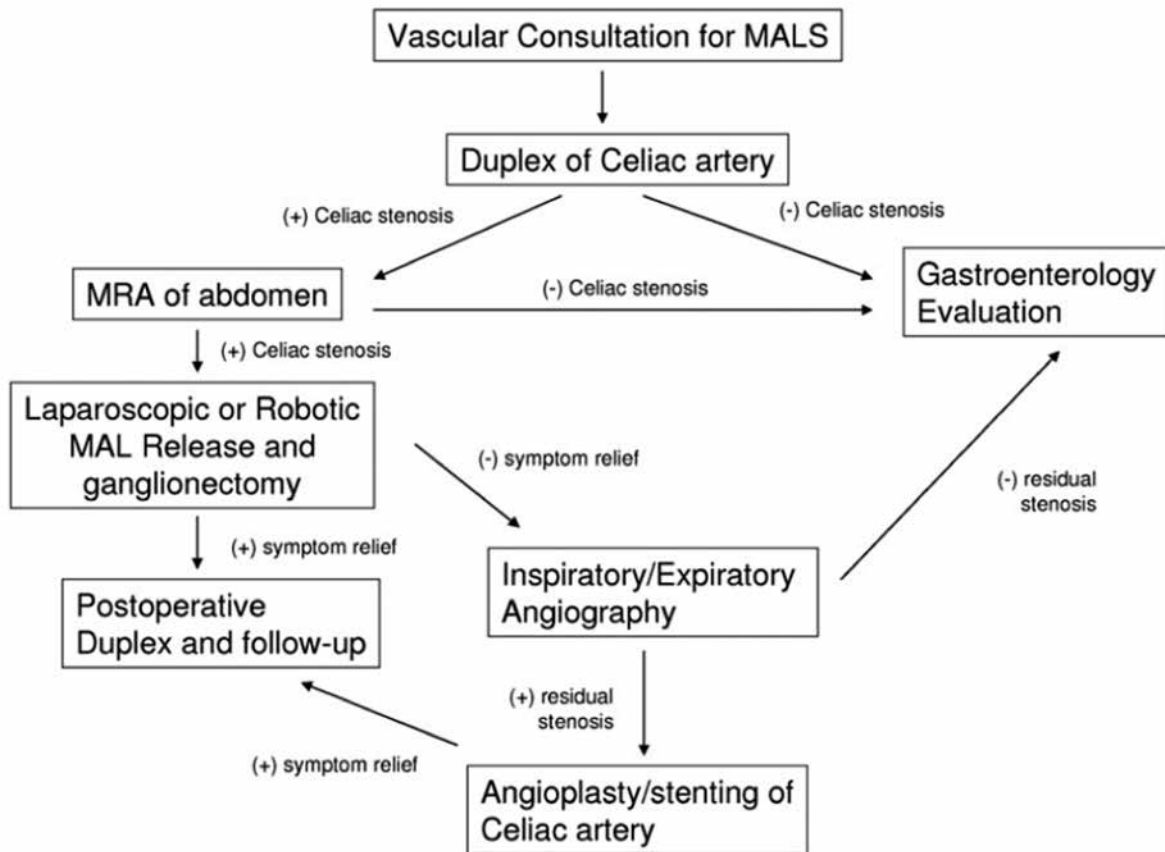


Рис. 1. Алгоритм лечения пациентов с синдромом Данбара [11]

пароскопического хирургического лечения синдрома Данбара 100 пациентов и продемонстрировали, что раннее купирование симптоматики наблюдается 83% пациентов после операции. Однако анализ результатов через 5 лет наблюдения после операции показал, что только 67% полностью избавляются от симптомов данного заболевания. Таким образом, у порядка 1/3 пациентов с синдромом Данбара первичное хирургическое лечение неэффективно [14].

В систематическом обзоре 2022 года F. M. Metz и соавт. провели анализ эффективности хирургического лечения 880 взрослых пациентов (38 исследований) и 195 детей (6 исследований) с синдромом Данбара за период с 1963 по 2021 год. Результаты исследования показали, что в большинстве исследований взрослых и детей купирование симптомов отмечалось у >70% пациентов после лапароскопической операции. Только в 2 из 38 исследований взрослых пациенты отмечали выраженное улучшение качества жизни после операции. В 4 из 6 исследований детей отмечалось выраженное улучшение качества жизни, что, возможно, связано с отсутствием длительного анамнеза заболевания [1].

Декомпрессия ЧС заключается в хирургическом разделении и пересечении срединной дугообразной связки в сочетании с удалением нейрофиброзной ткани чревного сплетения. Техника рассечения срединной связки диафрагмы снизу вверх более

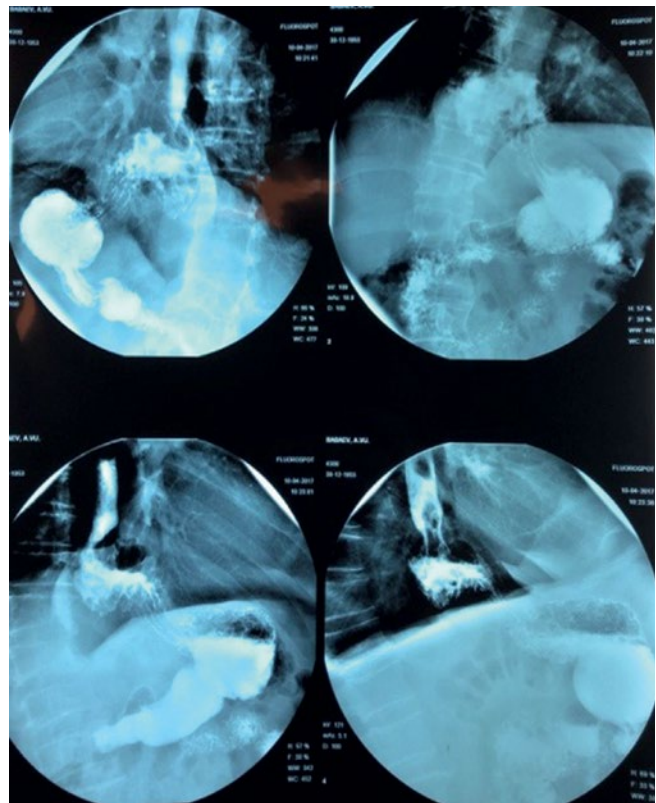


Рис. 2. Рентгеноскопия пищевода и желудка: признаки ГПОД 1-го типа

выгодна с помощью лапароскопической методики, которая позволяет обеспечить лучший обзор области аорты и полное разделение всех волокон срединной дугообразной связки диафрагмы, освобождая ЧС, что является ключом к успешному разрешению симптомов [6].

Преимущества лапароскопической методики лечения синдрома Данбара включают: косметические рубцы малого размера, улучшенный обзор операционного поля, уменьшение боли и частоты послеоперационных осложнений, а также более короткое время восстановления после операции. К минусам относят: трудности с контролем гемостаза, возможностью неполной декомпрессии и повышенный риск повреждения брюшной аорты, элементов ЧС [13].

Таким образом, в случае наличия необходимого оборудования и опытного хирурга операцией выбора будет являться лапароскопическая декомпрессия ЧС. Операция показана только симптоматичным пациентам, у которых подтверждена компрессия ЧС при визуализации дуплексным ультразвуковым исследованием ЧС на вдохе и выдохе, а также КТ или МР-ангиографией [21].

На данном этапе развития хирургии в России существуют определенные факторы, сдерживающие развитие лапароскопической хирургии при синдроме Данбара: техническая сложность выполнения оперативного вмешательства, отсутствие достаточного числа обучающих центров, определенный консерватизм российских хирургов. Таким образом, единичные стационары выполняют единичные лапароскопические вмешательства при синдроме Данбара, при этом стоит отметить, что в России лапароскопическую декомпрессию ЧС выполняют лишь в нескольких клиниках.

Клинический случай

Мужчина 36 лет госпитализирован в хирургическое отделение № 1 ФГБУ «Северо-Западный окружной научно-клинический центр имени Л. Г. Соколова» ФМБА России 10.06.2019 в плановом порядке с жалобами на ноющие боли в верхних отделах живота, в основном после еды, после физической нагрузки, изжогу, отрыжку, метеоризм, слабость стула, снижение веса. Вышеперечисленные жалобы беспокоят в течение 5 лет, последние 2 года отмечает ухудшение. В течение 2 лет обследуется и лечится у гастроэнтеролога без какого-либо улучшения.

Пациенту было выполнено комплексное обследование: ФГДС – эрозивный рефлюкс – эзофагит, признаки ГПОД; рентгеноскопия пищевода и желудка – признаки грыжи пищеводного отверстия диафрагмы 1-го типа (рис. 2); УЗДГ ЧС – выявлено S-образное его искривление; в устье ЧС в положении лежа на спине ускорение кровотока до 485 см/сек, в положении стоя ЛСК – 150 см/сек, стенозирование составляет 80–85% (рис. 3); КТ-ангиография – вы-

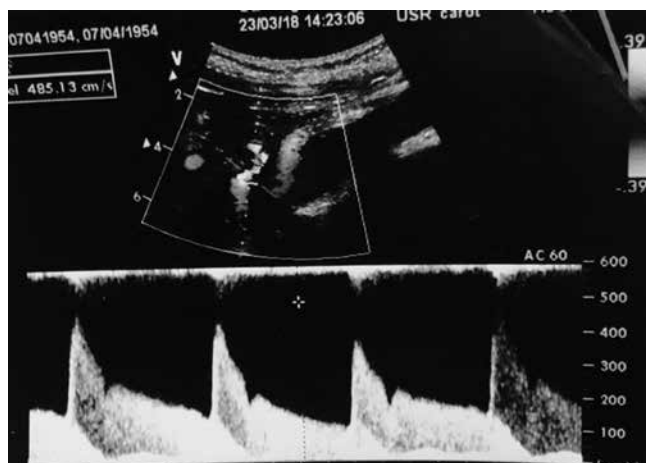


Рис. 3. УЗДГ ЧС – выявлено S-образное его искривление (стеноз ЧС 80–85%)



Рис. 4. КТ-ангиография – выявлен стеноз чревного ствола 75%

явлен стеноз ЧС на 75% за счет экстравазальной компрессии (рис. 4).

Хирургическая тактика

10.06.2019 пациенту была выполнена плановая операция – лапароскопическое рассечение дугообразной связки диафрагмы, фундопликация по Toupet 270°.

Пациент располагается в положении Фаулера. Опирующийся хирург стоит между ног пациента. Мы устанавливаем 5 лапароскопических портов: оптический порт размещается по средней линии над/под пупком, отводящий порт (для подъема левой доли печени) устанавливается под мечевидный отросток, а три порта-манипулятора – в правом и левом подреберье (рис. 5, 6).

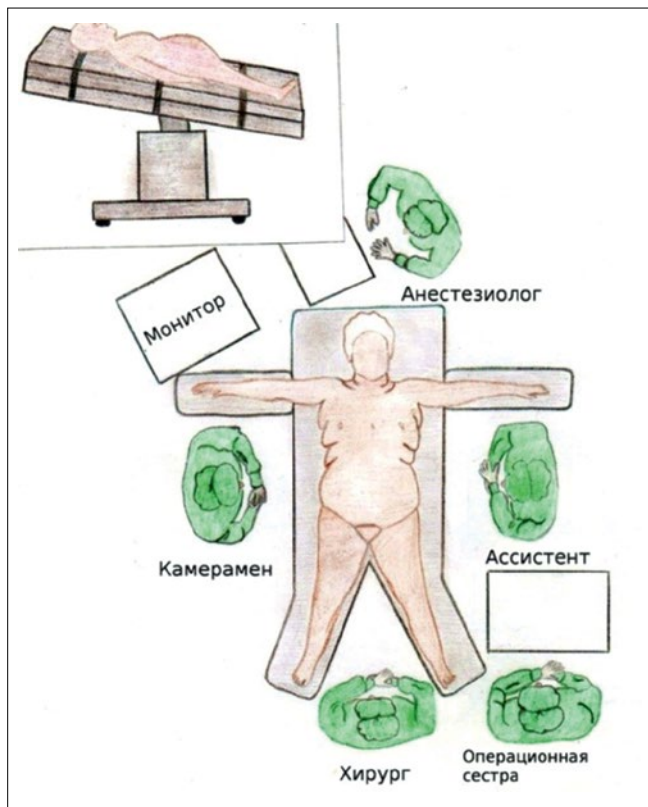


Рис. 5. Расположение операционной бригады

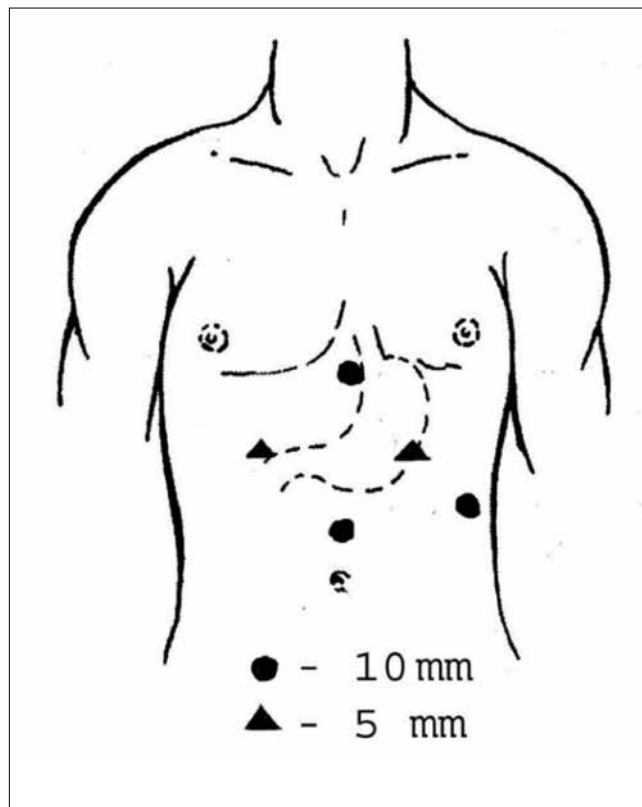


Рис. 6. Расположение троакаров

После пересечения малого сальника выполняется рассечение пластинки Бартелли – Лалмера до визуализации правой ножки диафрагмы (рис. 7). Следующим этапом осуществляется рассечение фиброзных разрастаний связки диафрагмы в направлении ЧС, визуализация аорты. Рассечение элементов связки производится снизу-вверх, ЧС выделяется на протяжении 2,5 см (рис. 8). Продолжительность операции составляет 3 часа. Кровопотеря не превышает 50 мл.

Результаты лечения

Послеоперационный период протекал без осложнений. На 1-е сутки после операции выполнена контрольная рентгеноскопия пищевода и желудка: фундопликационная манжета расположена ниже уровня диафрагмы, дилатации пищевода над диафрагмой нет. Первичная эвакуация контрастного вещества из пищевода не нарушена, затеков контрастного вещества в зоне оперативного вмешательства не обнаружено. На 4-е сутки после операции пациент выписан в удовлетворительном состоянии.

Через 6 месяцев пациент был осмотрен хирургом. Жалоб не предъявляет, никаких препаратов не принимает. По данным контрольного рентгенологического исследования желудка, ФГДС – признаков рецидива ГПОД нет. Выполнена контрольная КТ-ангиография – признаков экстравазального стеноза нет. Также пациенту было сделано контрольное УЗИ ЧС – отмечена нормальная скорость кровотока

в области ЧС: диаметр ЧС – 5,2 мм, ствол – 9,1 мм, при выдохе – 5,2 мм.

Результаты работы нашего центра

Проведено ретроспективное одноцентровое исследование на базе ФГБУ «Северо-Западный окружной научно-клинический центр имени Л. Г. Соколова» ФМБА России. В исследование включены 18 пациентов с синдромом Данбара (10 мужчин и 8 женщин). Период наблюдения – с 2018 по 2022 год. Средний возраст пациентов составил 34 года. Клиническая картина заболевания проявлялась 3 наиболее частыми симптомами: постпрандиальной абдоминальной болью, диареей, нейровегетативными расстройствами. По результатам КТ-ангиографии, процент стеноза ЧС составил от 55 до 85%. Всем пациентам на дооперационном этапе выполнялось комплексное обследование, включавшее ФГДС, ФКС, КТ-ангиографию брюшной полости и УЗИ ЧС. 6 пациентам с ГПОД в анамнезе дополнительно делался Rg желудка с барием.

Всем пациентам была выполнена лапароскопическая декомпрессия чревного ствола. Средняя продолжительность операции – 125,4 минуты. Объем кровопотери не превышал 50 мл. Пациентам с ГПОД в анамнезе симультанно осуществлялась лапароскопическая фундопликация по Toupet 270°.

В раннем и отдаленном послеоперационном периоде осложнений не наблюдалось. Эффективность хирургического лечения синдрома Данбара:

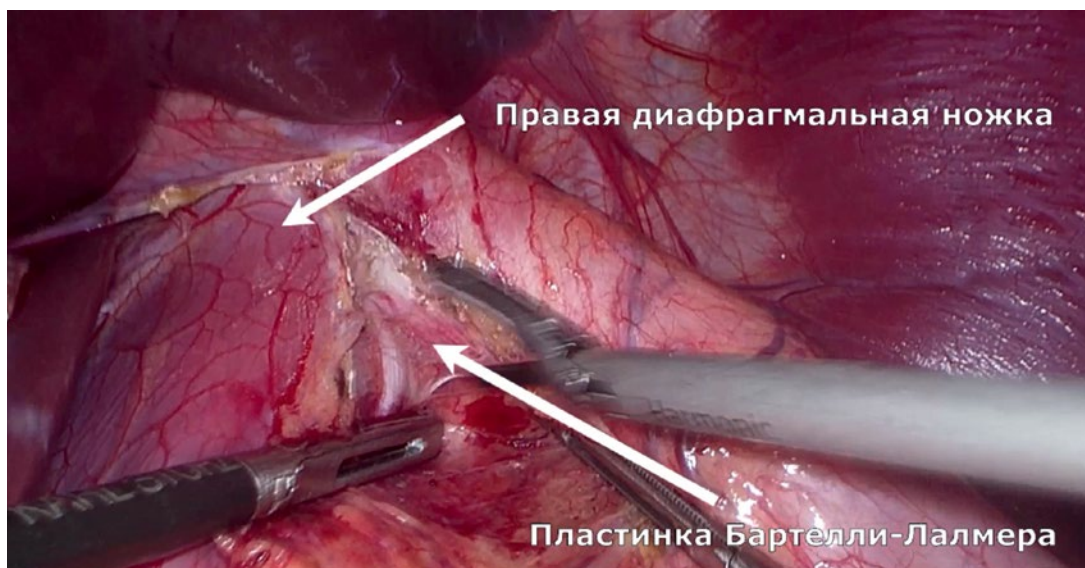


Рис. 7. Пересечение малого сальника, рассечение пластинки Бартелли – Лалмера до визуализации правой ножки диафрагмы



Рис. 8. Визуализация аорты и рассечение элементов срединной дугообразной связки с выделением чревного ствола на протяжении 2,5 см

50% пациентов – купирование симптоматики в течение 1 месяца после операции, 35% пациентов – купирование симптоматики в течение 1 года после операции, 15% пациентов – без эффекта.

Заключение

Синдром Данбара встречается чаще, чем диагностируется, может протекать под «масками» различных заболеваний, сопровождающихся хроническим абдоминальным синдромом. Лапароскопическая декомпрессия ЧС является альтернативой открытой и роботической операции. При наличии у пациента в анамнезе синдрома Данбара и ГЭРБ или ГПОД лучшим решением является симультанная лапа-

роскопическая операция. Ближайшие результаты лапароскопических операций имеют неоспоримые преимущества перед открытыми операциями, а отдаленные результаты сопоставимы. Риск конверсий потенциально возникает при субадвентициальном повреждении стенки ЧС, когда бесконтрольно используется ультразвуковой скальпель. Ближайшие и отдаленные результаты роботических операций имеют определенные преимущества перед открытыми и лапароскопическими операциями, однако малая выборка пациентов и отсутствие необходимого дорогостоящего оборудования является лимитирующим фактором. На данном этапе из-за неоднородности критериев включения и параме-

тров результатов проводимых исследований проведение мета-анализа невозможно. Для улучшения результатов хирургического лечения пациентов с синдромом Данбара необходима стандартизация

ответности, конечных точек исследования и внедрение концепции checkpoint. Следующим этапом развития в хирургии синдрома Данбара является проведение качественного РКИ.

Список сокращений:

ЧС – чревный ствол

ГПОД – грыжа пищеводного отверстия диафрагмы

ГЭРБ – гастроэзофагеальная рефлюксная болезнь

СКЧС – синдром компрессии чревного ствола

РКИ – рандомизированное контролируемое исследование

ЛИТЕРАТУРА

1. A systematic review on the efficacy of treatment of the Median Arcuate Ligament Syndrome / F. M. Metz, J. T. M. Blauw, M. Brusse-Keizer [et al.] // Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg. – 2022. – S. 1078–5884(22)00539-1. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2022.08.033>
2. Bech F. R. Celiac artery compression syndromes // Surg. Clin. North Am. – 1997. – Vol. 77 (2). – P. 409–424.
3. Celiac artery compression syndrome: a radiological finding without clinical symptoms? / V. Kazan, W. Qu, M. Al-Natour [et al.] // Vascular. – 2013. – Vol. 21 (5). – P. 293–299.
4. Celiac axis compression syndrome: laparoscopic approach in a strange case of chronic abdominal pain in 71 years old man / C. Eretta, A. Ferrarese, S. Olcese [et al.] // Open Med. (Wars). – 2016. – Vol. 11 (1). – P. 248–251.
5. Celiac axis stenosis: incidence and etiologies in asymptomatic individuals / C. M. Park, J. W. Chung, H. B. Kim [et al.] // Korean. J. Radiol. – 2001. – Vol. 2 (1). – P. 8–13.
6. Celiac compression syndrome: tailored therapy based on intraoperative findings / T. J. Akach, J. J. Livesay, G. J. Reul [et al.] // J. Am. Coll. Surg. – 1996. – Vol. 183 (6). – P. 606–610.
7. Compression of the celiac trunk and abdominal angina / J. D. Dunbar, W. Molnar, F. F. Beman [et al.] // Am. J. Roentgenol. Radium Ther. Nucl. Med. – 1965. – Vol. 95 (3). – P. 731–744.
8. Głowiczki P., Duncan A. A. Treatment of celiac artery compression syndrome: does it really exist? // Perspect. Vasc. Surg. Endovasc. Ther. – 2007. – Vol. 19 (3). – P. 259–263.
9. Harjola P. T. A rare obstruction of the celiac artery // Ann. Chir. Gynaecol. Fenn. – 1963. – Vol. 52. – P. 547–550.
10. Horton K. M., Talamini M. A., Fishman E. K. Median arcuate ligament syndrome: evaluation with CT angiography // Radiographics. – 2005. – Vol. 25 (5). – P. 1177–1182.
11. Jimenez J. C., Harlander-Locke M., Dutson E. P. Open and laparoscopic treatment of median arcuate ligament syndrome // J. Vasc. Surg. – 2012. – Vol. 56 (3). – P. 869–873. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2012.04.057>
12. Lipshutz B. A composite study of the coeliac axis artery // Ann. Surg. – 1917. – Vol. 65 (2). – P. 159–169.
13. Loffeld R. J., Overtoom H. A., Rauwerda J. A. The celiac axis compression syndrome. Report of 5 cases // Digestion. – 1995. – Vol. 56 (6). – P. 534–537.
14. Long-Term Symptom Improvement and Health-Related Quality of Life After Operative Management of Median Arcuate Ligament Syndrome / P. Keouna, J. M. Kärkkäinen, E. R. Tenorio [et al.] // J. Vasc. Surg. – 2020. – Vol. 73 (6). – P. 2050–2058. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2020.10.074>
15. Management of median arcuate ligament syndrome: a new paradigm / A. J. Duffy, L. Panait, D. Eisenberg [et al.] // Ann. Vasc. Surg. – 2009. – Vol. 23 (6). – P. 778–784.
16. Median arcuate ligament syndrome: a 20-year experience of surgical treatment / D. A. Cusati, A. A. Noel, P. Głowiczki [et al.] // Presented at: 60th Annual Meeting of the Society for Vascular Surgery (June 1–4, 2006). – Philadelphia, PA.
17. Median arcuate ligament syndrome: a nonvascular, vascular diagnosis / N. Skeik, L. T. Cooper, A. A. Duncan [et al.] // Vasc. Endovasc. Surg. – 2011. – Vol. 45 (5). – P. 433–437.
18. Reuter S. R., Bernstein E. F. The anatomic basis for respiratory variation in median arcuate ligament compression of the celiac artery // Surg. – 1973. – Vol. 73 (7). – P. 381–385.
19. Reversible gastroparesis: functional documentation of celiac axis compression syndrome and postoperative improvement / M. Trinidad-Hernandez, P. Keith, I. Habib [et al.] // Am. Surg. – 2006. – Vol. 72 (4). – P. 339–344.
20. Robotic-assisted approach to Median Arcuate Ligament Syndrome with left gastric artery originating directly from the aorta. Report of a case and review of the current mini-invasive treatment modalities / M. Podda, G. P. Gusai, F. Balestra [et al.] // Int. J. Med. Robotics Comput. Assist. Surg. – 2018. – Vol. 14. – e1919. – URL: <https://doi.org/10.1002/rcs.1919>
21. Ultrasonographic diagnosis of median arcuate ligament syndrome: a report of two cases / A. Ozel, G. Toksoy, O. Ozdogan [et al.] // Med. Ultrason. – 2012. – Vol. 14 (2). – P. 154–157.
22. Wolfman D., Bluth E. I., Sossaman J. Median arcuate ligament syndrome / J. Ultrasound Med. – 2003. – Vol. 22 (12). – P. 1377–1380.

НЕУСТРАНЕННАЯ АНЕМИЯ – ПРЕДИКТОР ТРУДНОСТЕЙ ПЕРИОПЕРАЦИОННОГО ПЕРИОДА

¹С. В. Абрамовский, ^{1,2}И. С. Симулис, ¹А. А. Сыроватский, ¹Г. Г. Иванова, ¹А. В. Силантьева,
¹В. Б. Пришляк, ^{1,3}А. А. Богатиков

¹ФГБУ «Северо-Западный окружной научно-клинический центр имени Л. Г. Соколова» ФМБА России

²ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И. И. Мечникова» Минздрава России

³ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»

¹S. V. Abramovskii, ^{1,2}I. S. Simutis, ¹A. A. Syrovatskii, ¹G. G. Ivanova, ¹A. V. Silantieva,
¹V. B. Prishlyak, ^{1,3}A. A. Bogatikov

UNCORRECTED ANEMIA IS A PREDICTOR OF PERIOPERATIVE DIFFICULTIES

¹Sokolov' North-West Regional Scientific and Clinical Center of the Federal Medical and Biological Agency

²Mechnikov' North-West Medical University of the Ministry of Health of Russia

³Saint Petersburg State University

РЕФЕРАТ. Периоперационная анемия является недооцененным фактором ухудшения прогноза лечения хирургических больных. Предложенный в статье протокол позволяет систематизировать междисциплинарный подход к диагностике, верификации и лечению анемии для улучшения качества оказания медицинской помощи данной категории пациентов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: анемия, кровопотеря, трансфузия, эритроциты.

SUMMARY. Perioperative anemia is an underestimated factor in the deterioration of the prognosis of the treatment of surgical patients. The protocol proposed in the article makes it possible to systematize an interdisciplinary approach to the diagnosis, verification and treatment of anemia in order to improve the quality of medical care for this category of patients.

KEY WORDS: anemia, bleeding, transfusion, erythrocytes.

Введение

Ежегодно в клинике ФГБУ «Северо-Западный окружной научно-клинический центр имени Л. Г. Соколова» ФМБА России проводится более 11 000 операций. Для успешного осуществления оперативного лечения мы стараемся оценить и минимизировать периоперационные риски, используя новую идеологию безопасности в хирургии. Важным и, к сожалению, недостаточно оцененным направлением модификации рисков является периоперационная анемия. Частота анемии в периоперационном периоде за последние 3 года составляет 39–57%, что выше по сравнению с популяцией в целом [5, 8]. Особенная группа – онкопациенты, где вышеуказанное состояние практически облигатно.

На сегодняшний день понятно, что терпимое отношение к исходно сниженным показателям красной крови необходимо пересмотреть. Пациенты с низким гемоглобином всегда имеют более высокий риск осложнений и неблагоприятных исходов [4]. С одной стороны, предоперационная анемия связана с ухудшением результатов хирургического вмешательства, с другой – послеоперационная анемия часто является причиной замедленного восстановления, риска повторных операций и увеличения срока госпитализации прежде всего за счет развития характерных осложнений. Фоновая предоперационная анемия,

как сама по себе, так и усугубленная периоперационной кровопотерей, способствует увеличению потребности в экстренных гемотрансфузиях, которые, в свою очередь, несут неотъемлемые дополнительные риски для пациента [7]. Это и аллогенное переливание – трансплантация чужеродной ткани, связанная с развитием сложных иммунологических и воспалительных реакций, это и кратковременный кислородтранспортный эффект [9].

Единственно верный выход из подобной ситуации подробно описан в современных клинических рекомендациях по ведению пациентов с анемиями в периоперационном периоде [9]. В соответствии с данным подходом пациенты с низким гемоглобином – это группа, требующая применения специально разработанного алгоритма скрининга, верификации и терапии данного состояния. Наличие множества аналогичных нашему протоколов подчеркивает актуальность проблемы в хирургических клиниках Санкт-Петербурга и России, а также указывает на необходимость учета локальных нормативных актов, традиций и особенностей, что делает данный документ максимально эффективным в конкретных условиях применения.

Для повышения качества оказания помощи больным хирургического профиля в стационаре был внедрен протокол ведения периоперационных

анемий, который послужил инструментом формирования единого системного подхода для специалистов всех специальностей.

Предоперационный этап

1. Дооперационный мониторинг дефицита железа и анемии.

При плановых хирургических вмешательствах большого объема и с высоким риском развития интраоперационной кровопотери в ходе предоперационной подготовки проводится обязательное определение: гемоглобина, оценка железодефицита (ферритин и насыщение трансферрина, уровень СРБ), оценка коагулограммы (при необходимости – тромбоэластографии).

2. Алгоритм при выявлении анемии или дефицита железа.

Лечение анемии и дефицита железа должно начинаться как можно раньше в предоперационном периоде.

Если срок до операции составляет более 6 недель, возможно применение пероральных препаратов железа. Критерием эффективности в данной ситуации является повышение концентрации Hb на 10 г/л и более к концу 2–4-й недели проводимой терапии [2, 6]. Осуществление операции рекомендуется при уровне Hb \geq 130 г/л для мужчин и Hb \geq 120 г/л для женщин.

Если до операции остается менее 6 недель или имеется плохая переносимость/абсорбция перорального железа, рекомендовано лечение препаратами в/в высокодозного недокстранового железа до достижения Hb \geq 130 г/л для мужчин и Hb \geq 120 г/л для женщин [1, 6].

Если операция носит срочный характер (менее 1-2 дней): внутривенно вводится железа карбоксимальтозат в дозе 20 мг/кг (максимум 1000 мг) в 250 мл 0,9% NaCl в виде короткой инфузии (30 мин.), эпоэтин альфа 40 000 ЕД подкожно, витамин B12 – 1 мг подкожно (однократно) и фолиевая кислота 5 мг перорально (ежедневно) до операции.

3. Определение возможности кровосбережения.

Составление плана ведения пациента с использованием соответствующих кровосберегающих технологий – возможность аутодонации или аппаратной реинфузии.

4. Подготовка к трансфузии донорских компонентов.

Определение и подтверждение группы крови, фенотипа, скрининг антиэритроцитарных антител.

Подписание информированного согласия на гемотрансфузию. Оформление предтрансфузионного эпикриза. Консультация трансфузиолога.

Оперативное вмешательство

1. Мониторинг показателей гемостаза: количество тромбоцитов, уровень гемоглобина крови, уровень эритроцитов крови, объем кровопотери.

2. Профилактика интраоперационной кровопотери и возникновения анемии: использование средств физического (прошивание), местного (костный воск, адгезивные герметики, абсорбируемые губки) и системного гемостаза, включая стимуляторы гемостаза и ингибиторы фибринолиза.

3. Аппаратная реинфузия эритроцитов с использованием аппарата рекомендована всем пациентам, направляемым на кардиохирургические операции, а также операции с ожидаемым большим объемом кровопотери.

Послеоперационный период

1. Профилактика послеоперационной анемии: поддержание нормальных показателей центральной гемодинамики, газообмена, белкового обмена и нормотермии.

2. Диагностика послеоперационной анемии или дефицита железа.

3. Уровень гемоглобина $<$ 100 г/л является показанием для лечения анемии.

- Внутривенные высокодозные препараты железа рекомендуются для лечения постгеморрагической анемии в послеоперационном периоде.

- Больным в нестабильном состоянии, нуждающимся в ИВЛ, инотропных препаратах, возможно переливание эритроцитсодержащих компонентов крови при концентрации гемоглобина менее 80 г/л. У кардиохирургических пациентов, пациентов с кардиологическим анамнезом, острой сердечно-сосудистой недостаточностью целесообразно обсуждение поддержания уровня гемоглобина 100 г/л и выше.

Критерии эффективности протокола

Ключевыми показателями эффективности программы, подлежащими оценке, являются [5]:

- частота трансфузий (доля пациентов, которым выполнялась трансфузия донорских гемокомпонентов от всех прооперированных пациентов);

- объем перелитых эритроцитсодержащих компонентов;

- динамика уровня гемоглобина за период госпитализации;

- внутрибольничная смертность;

- частота послеоперационных инфекций и повторных оперативных вмешательств;

- количество дней нахождения в ОРИТ;

- продолжительность госпитализации.

Заключение

Отсутствие системного подхода к скринингу и коррекции периоперационной анемии в нашем стационаре ухудшало прогноз течения заболевания, продлеvalo нахождение пациента в стационаре, часто являлось причиной необоснованных трансфузий и увеличивало риск повторных оперативных вмешательств.

Внедрение в 2022 году в клиническую практику ФГБУ «Северо-Западный окружной научно-клинический центр имени Л. Г. Соколова» ФМБА России протокола ведения периоперационных анемий позволило сформировать единый междисциплинарный подход к ведению хирургических больных с низким уровнем гемоглобина. По данным оценки результатов работы по протоколу, отмечилось сни-

жение количества необоснованных трансфузий на 23% в течение года, а также сокращение времени нахождения пациента в стационаре на 11%. Единый протокол ведения больных с периоперационной анемией показал себя как эффективный и необходимый инструмент для повышения качества оказания медицинской помощи в хирургическом стационаре.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алгоритмы ведения пациентов с железодефицитной анемией на этапе оказания ПМСП / под ред. О. М. Драпкиной. – М.: Видокс, 2021. – 4 с.
2. Клинические рекомендации «Железодефицитная анемия» – 2021. – URL: https://cr.minzdrav.gov.ru/schema/669_1
3. Поддержка управления кровью пациентов (PBM) в ЕС – практическое руководство по внедрению для больниц. – Люксембург: Бюро публикаций Европейского Союза, 2017. – URL: https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.c16cdb01-62f6b435-c284e88a-74722d776562/https/perioperativemedicinejournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13741-017-0061-8
4. Ховасова Н. О., Наумов А. В., Ткачева О. Н. Анемия в периоперационном периоде // Медицинский совет. – 2021. – № 12. – С. 398–404. – URL: DOI: 10.21518/2079-701X-2021-12-398-404
5. Bateman A. P., McArdle F., Walsh T. S. Time course of anemia during six months follow up following intensive care discharge and factors associated with impaired recovery of erythropoiesis // Crit. Care Medicine. – 2009. – Vol. 37 (6). – P. 1906–1912. – URL: DOI: 10.1097/CCM.0b013e3181a000cf
6. International consensus statement on perioperative management of anaemia and iron deficiency / M. Muñoz, A. G. Acheson, M. Auerbach [et al.] // Anaesthesia. – 2017. – Vol. 72 (2). – P. 233–247. – URL: DOI: 10.1111/anae.13773
7. Intraoperative transfusion practices in Europe / J. Meier, D. Filipescu, S. Kozek-Langenecker [et al.] // British Journal of Anaesthesia. – 2016. – Vol. 116 (2). – P. 255–261.
8. Shander A., Lobel G. P., Javidroozi M. Anesthesia for Patients with Anemia // Anesthesiol. Clin. – 2016. – Vol. 34 (4). – P. 711–730. – URL: DOI: 10.1016/j.anclin.2016.06.007
9. What is really dangerous: anaemia or transfusion? / A. Shander, M. Javidroozi, S. Ozawa // British Journal of Anaesthesia. – 2011. – Vol. 107 (Suppl. 1). – i41–i59. – URL: DOI: 10.1093/bja/aer350

ИЗУЧЕНИЕ СВЯЗИ ВЫРАЖЕННОСТИ ВОСПАЛИТЕЛЬНОГО ОТВЕТА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ОСЛОЖНЕННОГО ТЕЧЕНИЯ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОГО ПЕРИОДА ПОСЛЕ КОЛОРЕКТАЛЬНОЙ РЕЗЕКЦИИ ПО ПОВОДУ КОЛОРЕКТАЛЬНОГО РАКА

¹Т. С. Ланков, ²А. М. Карачун

¹ЧУЗ «Клиническая больница «РЖД-Медицина» города Санкт-Петербурга»

²ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии имени Н. Н. Петрова» Минздрава России

¹T. S. Lankov, ²A. M. Karachun

THE SYSTEMIC INFLAMMATORY RESPONSE DEPENDING ON THE COMPLICATED COURSE OF THE POSTOPERATIVE PERIOD AFTER COLORECTAL RESECTION FOR COLORECTAL CANCER

¹Clinical Hospital "Russian Railways-Medicine" of Saint Petersburg

²Petrov' National Medical Research Center of Oncology of the Ministry of Health of Russia

РЕФЕРАТ. Настоящее исследование является одноцентровым проспективным исследованием диагностической ценности (ROC-анализ), изучающее связь выраженности системного воспалительного ответа и течения послеоперационного периода у пациентов, перенесших хирургическое лечение по поводу колоректального рака. В работе показана связь системных воспалительных маркеров с гнойно-септическими осложнениями в послеоперационном периоде. Определен 21 статистически достоверный биохимический параметр для осложненного течения послеоперационного периода. Наивысшей диагностической ценностью обладают следующие показатели: С-реактивный белок ПОД 5 (послеоперационный день) (площадь под ROC-кривой $0,777 \pm 0,038$ с 95% ДИ: $0,702-0,852$, $p < 0,001$), лимфоциты ПОД 3 (площадь под ROC-кривой $0,737 \pm 0,039$ с 95% ДИ: $0,661-0,813$, $p < 0,001$), лимфоциты ПОД 5 (площадь под ROC-кривой $0,729 \pm 0,039$ с 95% ДИ: $0,653-0,806$, $p < 0,001$).

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: колоректальный рак, системный воспалительный ответ, резекция толстой кишки.

SUMMARY. The present study is a single center prospective study of diagnostic value (ROC analysis) investigating the relationship between the severity of the systemic inflammatory response and the course of the postoperative period in patients undergoing surgical treatment for colorectal cancer. The paper shows the relationship of systemic inflammatory markers with purulent-septic complications in the postoperative period. 21 statistically significant biochemical parameters were determined for the complicated course of the postoperative period. The following indicators have the highest diagnostic value: POD5C-reactive protein (postoperative day) (area under the ROC curve 0.777 ± 0.038 with 95% CI: $0.702-0.852$, $p < 0.001$), POD 3 lymphocytes (area under the ROC curve 0.737 ± 0.039 with 95% CI: $0.661-0.813$, $p < 0.001$), POD 5 lymphocytes (area under the ROC curve 0.729 ± 0.039 with 95% CI: $0.653-0.806$, $p < 0.001$).

KEY WORDS: colorectal cancer, systemic inflammatory response, colorectal resection.

Введение

Колоректальный рак (КРР) является одним из наиболее распространенных раков во всем мире, на его долю приходится 10% всех новых случаев рака и 9,4% всех смертей от рака в 2020 году [12]. В 2020 году во всем мире выявлено 1,93 миллиона новых случаев (из них в России – 17 761 случай рака ободочной кишки и 14 473 случая рака прямой кишки) и 940 000 случаев смерти из-за КРР (из них в России – 10 407 раков ободочной кишки и 8271 рак прямой кишки [1, 34].

Иммунный ответ на опухоль состоит из цитокинов, продуцируемых опухолевыми клетками, а также стромальными клетками хозяина [3]. Так, уровень

нейтрофилов, моноцитов, С-реактивного белка был выше у людей с опухолью, чем среди тех, у кого не было рака [26]. Резекция опухоли может изменить воспалительный статус пациента, поскольку дооперационное системное воспаление при наличии рака может отличаться от послеоперационного системного воспаления при отсутствии рака. Соотношение нейтрофилов к лимфоцитам на 56–90-е дни послеоперационного периода были ниже по сравнению с дооперационными значениями [11]. У пациентов с более высокой стадией TNM проявление формы системного иммунного воспаления ярче и также связано с увеличением числа осложнений [27]. Воспалительный статус пациентов

с онкологическими заболеваниями отличен от общей хирургической патологии.

Хирургическая резекция с адекватной лимфодиссекцией остается основным методом лечения КРР [4, 6, 19, 20], однако до сих пор риск послеоперационных осложнений остается достаточно высоким. Примерно у 30% больных имеется значительная сопутствующая патология, которая увеличивает как риски осложнений после операции, так и летальность [2, 7, 13, 17, 28]. Наличие послеоперационных осложнений увеличивает риск развития рецидива и снижает онкологическую выживаемость [8, 9, 15, 22, 23, 30]. Анализ трех рандомизированных клинических исследований (РКИ) показал, что общая выживаемость после колоректальной резекции в течение 3 и 5 лет составляет 84,6% и 74,8% в группе с осложненным течением послеоперационного периода и 89,5% и 82,2% без осложнений [14]. Необходимость выполнения лимфатической диссекции в отличие от неопухолевых заболеваний кишки сопряжено с технически более сложной хирургией, повреждением соседних органов и послеоперационными осложнениями [24, 32].

Колоректальные резекции характеризуются большим спектром осложнений в послеоперационном периоде: несостоятельность анастомоза, парез кишки, нагноение послеоперационных ран, ишемический колит, спаечная механическая кишечная непроходимость, тромбозы, осложнения со стороны респираторной и сердечно-сосудистой систем [5, 10, 16, 18, 21, 24, 25, 31, 33]. Главным принципом лечения послеоперационных осложнений является своевременная диагностика. На сегодняшний день ведется активный поиск оптимальных лабораторных параметров, которые бы обладали достаточной прогностической ценностью. Целью лабораторной диагностики является зафиксировать изменения воспалительных маркеров до появления первых клинических симптомов, чтобы расширить диапазон диагностических манипуляций.

Цель исследования

Улучшение непосредственных результатов лечения КРР за счет ранней диагностики.

Материалы и методы исследования

Настоящая работа является одноцентровым проспективным исследованием диагностической ценности (ROC-анализ), позволяющая определить пороговые значения лабораторных показателей при осложненном течении послеоперационного периода.

В условиях невозможности выполнения рандомизации было принято решение выполнить поисковое исследование диагностической ценности (ROC-анализ). У пациентов, удовлетворяющих критериям включения и подписавших информированное согласие, проводился предоперационный забор венозной крови на выбранные параметры (СРБ, лактат, альбумин, клинический анализ крови с лейкоцитарной формулой) не ранее чем за 4 дня до предполагаемого оперативного вмешательства, а также в послеоперационном периоде на 1, 2, 3, 5-е сутки после операции. Все нежелательные явления в течение 30-дневного послеоперационного периода заносились в индивидуальную регистрационную карту пациентов. В настоящее проспективное исследование включено 162 пациента. Исследование проводилось среди подписавших информированное добровольное согласие мужчин и женщин старше 18 лет с установленным диагнозом рака ободочной и прямой кишки T1-4a N0-2 M0-1 (при резектабельности метастазов, за исключением метастатического поражения печени). Все пациенты удовлетворяли критериям включения и не имели никаких критериев невключения.

Результаты исследования

В период с января 2020 года по ноябрь 2021 года в исследование были включены 162 пациента. После включения в исследование на дооперационном этапе был выполнен забор крови для оценки выбранных параметров (СРБ, лактат, альбумин, клинический анализ крови с лейкоцитарной формулой) не ранее чем за 4 дня до оперативного вмешательства. Всем пациентам было осуществлено радикальное оперативное вмешательство с ранее запланированной лимфатической диссекцией.

Таблица 1

Анализ послеоперационных осложнений в зависимости от пола и возраста

Показатели	Категории	Послеоперационные осложнения		p
		Нет	Да	
Возраст	18–44	10 (66,7%)	5 (33,3%)	0,281
	45–59	31 (66,0%)	16 (34,0%)	
	60–74	43 (55,8%)	34 (44,2%)	
	75+	10 (43,5%)	13 (56,5%)	
Пол	Женщина	55 (64,7%)	30 (35,3%)	0,070
	Мужчина	39 (50,6%)	38 (49,4%)	

Таблица 2

Анализ послеоперационных осложнений в зависимости от дооперационного уровня лимфоцитов

Показатель	Категории	LYM-до операции			p
		Me	Q ₁ -Q ₃	n	
Послеоперационные осложнения	Нет	1,96	1,60-2,02	8	0,003
	Да	2,68	2,23-3,27	6	

У 156 (96,3%) больных операция была выполнена лапароскопическим доступом и у 6 (3,7%) больных операция выполнялась открытым способом. После проведенного оперативного лечения все пациенты до утра следующего дня находились в отделении анестезиологии и реанимации с последующим переводом на профильное отделение. После перевода на отделение производился забор венозной крови на 1, 2, 3, 5-е сутки врачом-исследователем либо средним медицинским персоналом. Данные оценивались и заносились в индивидуальные карты пациентов. Осложненный послеоперационный период наблюдался у 68 (41,97%) пациентов. Из-за развившихся осложнений 9 (5,55%) пациентов были повторно прооперированы (за исключением эндоскопических операций) и 11 (6,79%) были снова переведены в отделение анестезиологии и реанимации для проведения интенсивной терапии. Летальных исходов за время наблюдения не было, 160 (98,76%) пациентов были выписаны на амбулаторное лечение и 2 (1,23%) переведены в другой стационар с последующей выпиской. Демографические данные пациентов представлены в таблице 1. При анализе послеоперационных осложнений в зависимости от возраста и пола не удалось выявить статистически значимых различий (p = 0,281, p = 0,070 соответственно). Сравнение процентных долей при анализе многопольных таблиц сопряженности выполнялось с помощью критерия

хи-квадрат Пирсона. Осложнения в группе мужчин встречались в 1,786 раза чаще по сравнению с группой женщин, но различия шансов не были статистически значимыми (95% ДИ: 0,951-3,356).

При сравнении объема операции и доступа в зависимости от послеоперационных осложнений не удалось выявить статистически значимых различий (p = 0,508, p = 0,239 соответственно).

При оценке влияния уровня лимфоцитов до операции у пациентов с лейкоцитозом при возникновении послеоперационных осложнений были выявлены статистически значимые различия (p = 0,003).

При оценке зависимости вероятности осложнений от показателя лимфоцитов до операции с помощью ROC-анализа была получена следующая кривая (рис. 1 и 2).

Площадь под ROC-кривой составила 0,979 ± 0,044 с 95% ДИ: 0,893-1,000. Полученная модель была статистически значимой (p = 0,003). Пороговое значение уровня лимфоцитов до операции в точке cut-off, которому соответствовало наивысшее значение индекса Юдена, составил 2,2 × 10⁹/л. Наличие осложнений прогнозировалось при значении лимфоцитов выше данной величины или равной ей. Чувствительность и специфичность модели составили 83,3% и 87,5% соответственно.

При анализе структуры послеоперационных осложнений нагноение послеоперационной раны зарегистрировано у 10 (6,2%) пациентов, несо-

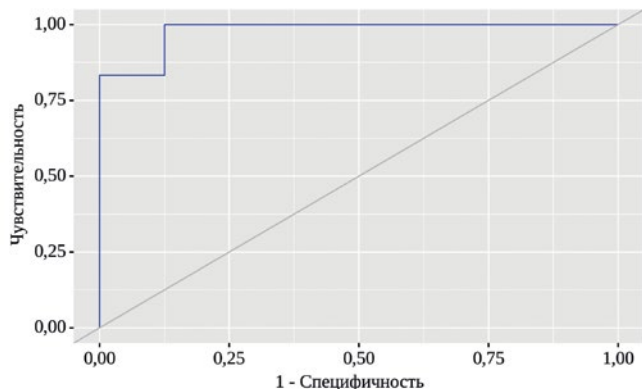


Рис. 1. ROC-кривая, характеризующая зависимость вероятности послеоперационных осложнений от уровня лимфоцитов до операции

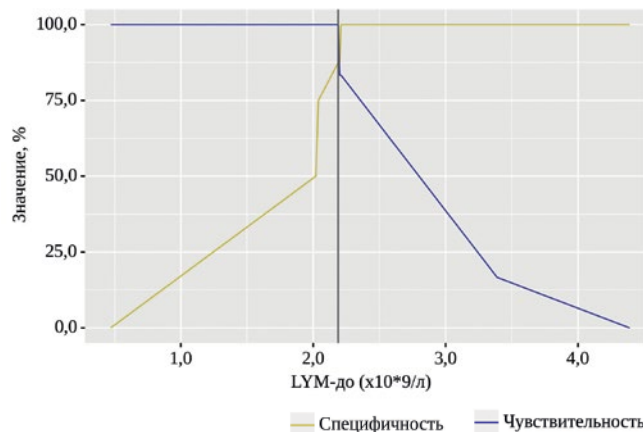


Рис. 2. Анализ чувствительности и специфичности модели в зависимости от пороговых значений лимфоцитов до операции

Таблица 3

Показатели воспалительных маркеров в зависимости от осложненного и неосложненного послеоперационного периода

Показатели	Осложненный			Неосложненный			P
	M ± SD / Me	95% ДИ / Q ₁ -Q ₃	n	M ± SD / Me	95% ДИ / Q ₁ -Q ₃	n	
NEU-2 ПОД (x10 ⁹ /л)	6,58	5,10–8,94	68	5,45	4,60–6,81	94	0,008*
NEU-3 ПОД (x10 ⁹ /л)	4,94	3,29–7,57	68	4,07	3,24–5,29	91	0,009*
NEU-5 ПОД (x10 ⁹ /л)	4,05	3,02–5,01	66	3,39	2,79–4,11	94	0,003*
LYM-2 ПОД (x10 ⁹ /л)	0,95	0,71–1,21	68	1,32	1,02–1,68	93	<0,001*
LYM-3 ПОД (x10 ⁹ /л)	0,72	0,56–1,18	68	1,43	1,03–1,60	91	<0,001*
LYM-5 ПОД (x10 ⁹ /л)	0,95	0,67–1,33	66	1,53	1,19–1,78	94	<0,001*
CRP-1 ПОД (мг/л)	107,79 ± 67,47	91,33–124,25	67	87,03 ± 47,63	77,2–96,78	94	0,033*
CRP-2 ПОД (мг/л)	129,59	85,38–217,57	68	108,95	68,25–141,12	94	0,008*
CRP-3 ПОД (мг/л)	114,5	76,50–200,92	68	78,4	46,00–102,04	92	<0,001*
CRP-5 ПОД (мг/л)	92,15	36,87–147,50	68	33,15	20,38–46,38	94	<0,001*
Общий белок-3 ПОД (г/л)	59	53,0–64,0	68	61	58,2–64,9	90	0,023*
Общий белок-5 ПОД (г/л)	58,5 ± 7,1	56,7–60,3	65	64,7 ± 5,2	63,7–65,8	94	<0,001*
ALB-3 ПОД (г/л)	31,8 ± 5,1	30,6–33,0	68	34,8 ± 4,8	33,8–35,8	92	<0,001*
АШ-5 ПОД (г/л)	31	28,0–35,1	68	35,4	34,0–38,4	94	<0,001*
Лактат-1 ПОД (ммоль/л)	2,2	1,8–2,9	68	2	1,5–2,4	93	0,008*
SII-2 ПОД	1445	1025–2271	68	939	702–1397	93	<0,001*
SII-3 ПОД	1238	804–2072	68	783	477–1059	91	<0,001*
SI1-5 ПОД	1038	648–1823	66	614	470–927	94	<0,001*
CAR-2 ПОД	3,803	2,485–6,887	68	3,271	1,891–4,244	94	0,007*
CAR-3 ПОД	3,507	2,334–6,708	68	2,352	1,290–3,077	92	<0,001*
CAR-5 ПОД	2,745	1,029–4,942	68	0,912	0,514–1,342	94	<0,001*

NEU – нейтрофилы, LYM – лимфоциты, CRP – С-реактивный белок, ALB – альбумин, SII – индекс системного иммунного воспаления, CAR – соотношение СРБ/альбумин

стоятельность анастомоза – у 13 (8%) пациентов, кровотечение – у 8 (4,9%) пациентов, пневмония – у 7 (4,3%) пациентов, перитонит и сепсис – у 5 (3,1%) пациентов, парез – у 2 (1,2%) пациентов, пароксизм фибрилляции предсердий – у 3 (1,85%), ТЭЛА – у 4 (2,46%) пациентов, изолированная гипертермия – у 17 (10,5%) пациентов, панкреонекроз – у 1 (0,62%) пациента, острое повреждение почек – у 3 (1,85%) пациентов, острая задержка мочи – у 1 (0,62%) пациента, панкреатическая фистула – у 2 (1,2%) пациентов, серома послеоперационной раны – у 1 (0,62%) пациента, цистит – у 1 (0,62%) пациента, острая респираторная вирусная инфекция

по типу ринофарингита – у 1 (0,62%) пациента, механическая кишечная непроходимость – у 1 (0,62%) пациента, лимфокиста – у 1 (0,62%) пациента, тромбоз ветви воротной вены – у 1 (0,62%) пациента, также 1 (0,62%) пациенту в связи с клинической картиной перитонита была выполнена релапароскопия, при которой не обнаружено интраабдоминальных осложнений, но потребовался перевод в отделение анестезиологии и реанимации.

В таблице 3 представлены статистически достоверные данные воспалительных маркеров в зависимости от осложненного и неосложненного послеоперационного периода.

Заключение

Колоректальная хирургия связана с более высоким риском осложнений и смертности по сравнению с другими разделами общей хирургии. Уровень смертности колеблется от 1% до 16,4% с частотой осложнений до 35% [3, 11, 26, 29]. Такой высокий процент осложнений связан с массивной бактериальной нагрузкой в просвете кишки и контаминацией окружающих тканей при операциях. Многочисленные исследования оценивали связь между послеоперационными осложнениями, сроками химиотерапии и исходами рака у пациентов, перенесших колоректальную резекцию. В большом исследовании SEER Medicare у пациентов с КРР III стадии, у которых развились осложнения, вероятность отказа от адъювантной химиотерапии была

гораздо выше (46% против 31%, $p < 0,0001$) по сравнению с пациентами, у которых не развились осложнения. Они оставались независимым предиктором пропуска химиотерапии при многопараметрическом анализе (ОШ: 1,76, 95% ДИ: 1,59–1,95). У больных, получавших химиотерапию в более поздние сроки, была выявлена общая выживаемость хуже по сравнению с больными, получавшими химиотерапию в первые 2 месяца после операции [24]. Своевременная фиксация эскалации воспалительных маркеров позволяет стратифицировать пациентов по группам риска. В нашем исследовании мы получили статистически достоверные значения воспалительных маркеров, предшествующих клиническому проявлению осложненного послеоперационного периода.

ЛИТЕРАТУРА

1. Злокачественные новообразования в России в 2020 году (заболеваемость и смертность) / под ред. А. Д. Каприна, В. В. Старинского, А. О. Шахзадовой. – М.: МНИОИ имени П. А. Герцена – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, 2021. – 252 с.
2. Age-adjusted Charlson comorbidity index scores as predictor of survival in colorectal cancer patients who underwent surgical resection and chemoradiation / C. C. Wu, T. W. Hsu, C. M. Chang [et al.] // *Medicine*. – 2015. – Vol. 94 (2). – e431. – URL: <https://doi.org/10.1097/MD.0000000000000431>
3. Association Française de Chirurgie. Postoperative mortality and morbidity in French patients undergoing colorectal surgery: results of a prospective multicenter study / A. Alves, Y. Panis, P. Mathieu [et al.] // *Arch. Surg.* – 2005. – Vol. 140 (3). – P. 278–283.
4. Cancer of the Colon / S. K. Libutti, L. B. Saltz, C. G. Willett [et al.] // DeVita, Hellman, and Rosenberg's cancer: principles & practice of oncology / ed. by V. T. DeVita Jr., T. S. Lawrence, S. A. Rosenberg. – 11th ed. – Philadelphia: Wolters Kluwer, 2019.
5. Colonic ischemia following surgery for sigmoid colon and rectal cancer: a study of 10 cases and a review of the literature / M. G. Park, H. Hur, B. S. Min [et al.] // *Int. J. Colorectal. Dis.* – 2012. – Vol. 27 (5). – P. 671–675. – URL: <https://doi.org/10.1007/s00384-011-1372-8>
6. Colorectal Cancer / M. Lawler, B. Johnston, S. Van Schaeybroeck [et al.] // *Abeloff's Clinical Oncology* / J. E. Niederhuber, J. O. Armitage, J. H. Dorshow [et al.]. – 6th ed. – Philadelphia: Elsevier, 2020. – Part III, section F. Gastrointestinal. – P. 1219–1281.
7. Comorbidity and survival of danish patients with colon and rectal cancer from 2000–2011: a population-based cohort study / E. B. Ostensfeld, M. Norgaard, R. W. Thomsen [et al.] // *Clin. Epidemiol.* – 2013. – Vol. 5 (Suppl. 1). – P. 65–74. – URL: <https://doi.org/10.2147/CLEP.S47154>
8. Determinants of long-term survival after major surgery and the adverse effect of postoperative complications / S. F. Khuri, W. G. Henderson, R. G. DePalma [et al.] // *Ann. Surg.* – 2005. – Vol. 242 (3). – P. 326–341. – URL: <https://doi.org/10.1097/01.sla.0000179621.33268.83>
9. Effects of the combination of blood transfusion and postoperative infectious complications on prognosis after surgery for colorectal cancer. Danish RANX05 Colorectal Cancer Study Group / T. Mynster, I. J. Christensen, F. Moesgaard [et al.] // *Br. J. Surg.* – 2000. – Vol. 87 (11). – P. 1553–1562. – URL: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2168.2000.01570.x>
10. Elevated venous thromboembolism risk following colectomy for IBD is equal to those for colorectal cancer for ninety days after surgery / F. Ali, S. G. Al-Kindi, J. J. Blank [et al.] // *Dis. Colon. Rectum.* – 2018. – Vol. 61 (3). – P. 375–381. – URL: <https://doi.org/10.1097/DCR.0000000000001036>
11. Failure-to-rescue after colorectal cancer surgery and the association with three structural hospital factors / D. Henneman, N. J. van Leersum, M. Ten Berge [et al.] // *Ann. Surg. Oncol.* – 2013. – Vol. 20 (11). – P. 3370–3376. – URL: <https://doi.org/10.1245/s10434-013-3037-z>
12. Global cancer statistics 2020: Globocan estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries / H. Sung, J. Ferlay, R. L. Siegel [et al.] // *CA Cancer J. Clin.* – 2021. – Vol. 71 (3). – P. 209–249. – URL: <https://doi.org/10.3322/caac.21660>
13. Impact of comorbidity and frailty on prognosis in colorectal cancer patients: a systematic review and meta-analysis / D. Boakye, B. Rillmann, V. Walter [et al.] // *Cancer Treatment Rev.* – 2018. – Vol. 64. – P. 30–39. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.ctrv.2018.02.003>
14. Impact of postoperative complications on the colorectal cancer survival and recurrence: analyses of pooled individual

- patients' data from three large phase III randomized trials / T. Aoyama, K. Oba, M. Honda [et al.] // *Cancer Medicine*. – 2017. – Vol. 6 (7). – P. 1573–1580. – URL: <https://doi.org/10.1002/cam4.1126>
15. Impact of postoperative infection on long-term survival after potentially curative resection for gastric cancer / H. Tsujimoto, T. Ichikura, S. Ono [et al.] // *Ann. Surg. Oncol.* – 2009. – Vol. 16 (2). – P. 311–318. – URL: <https://doi.org/10.1245/s10434-008-0249-8>
16. Intraoperative modifiable risk factors of colorectal anastomotic leakage: why surgeons and anesthesiologists should act together / S. J. van Rooijen, D. Huisman, M. Stuijvenberg [et al.] // *Int. J. Surg.* – 2016. – Vol. 36 (Pt A). – P. 183–200. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.ijso.2016.09.098>
17. Iversen L. H. Aspects of survival from colorectal cancer in Denmark // *Dan. Med. J.* – 2012. – Vol. 59 (4). – B4428.
18. Mortality after colorectal cancer surgery: a French survey of more than 84,000 patients / Y. Panis, L. Maggiori, G. Caranhac [et al.] // *Ann. Surg.* – 2011. – Vol. 254 (5). – P. 738–743. – URL: <https://doi.org/10.1097/SLA.0b013e31823604ac>
19. National Cancer Institute. Physician Data Query (PDQ). Colon Cancer Treatment. – 2020. – URL: <https://www.cancer.org/content/dam/CRC/PDF/Public/8607.00>
20. National Comprehensive Cancer Network (NCCN). NCCN Clinical Practice Guidelines in Oncology: Colon Cancer. – Vol. 1. – 2020. – URL: https://www.nccn.org/professionals/physician_gls/pdf/colon.pdf
21. Perioperative hyperglycemia: an unmet need within a surgical site infection bundle / M. Gachabayov, A. J. Senagore, S. K. Abbas [et al.] // *Tech. Coloproctol.* – 2018. – Vol. 22 (3). – P. 201–207. – URL: <https://doi.org/10.1007/s10151-018-1769-2>
22. Poor survival rate in patients with postoperative intra-abdominal infectious complications following curative gastrectomy for gastric cancer / M. Tokunaga, Y. Tanizawa, E. Bando [et al.] // *Ann. Surg. Oncol.* – 2013. – Vol. 20 (5). – P. 1575–1583. – URL: <https://doi.org/10.1245/s10434-012-2720-9>
23. Postoperative complications after esophagectomy for adenocarcinoma of the esophagus are related to timing of death due to recurrence / S. M. Lagarde, J. D. de Boer, F. J. ten Kate [et al.] // *Ann. Surg.* – 2008. – Vol. 247 (1). – P. 71–76. – URL: <https://doi.org/10.1097/SLA.0b013e31815b695e>
24. Postoperative complications in patients with rectal cancer are associated with delays in chemotherapy that lead to worse disease-free and overall survival / S. E. Tevis, B. M. Kohlnhofer, S. Stringfield [et al.] // *Dis. Colon. Rectum.* – 2013. – Vol. 56 (12). – P. 1339–1348. – URL: <https://doi.org/10.1097/DCR.0b013e3182a857eb>
25. Postoperative ileus in colorectal surgery: is there any difference between laparoscopic and open surgery? / M. Fesharakizadeh, D. Taheri, S. Dolatkah [et al.] // *Gastroenterology report.* – 2013. – Vol. 1 (2). – P. 138–143. – URL: <https://doi.org/10.1093/gastro/got008>
26. Postoperative ileus – more than just prolonged length of stay? / S. E. Tevis, E. H. Carchman, E. F. Foley [et al.] // *J. Gastrointest. Surg.* – 2015. – Vol. 19 (9). – P. 1684–1690. – URL: <https://doi.org/10.1007/s11605-015-2877-1>
27. Prognostic impact of postoperative systemic inflammatory response in patients with stage II/III gastric cancer / K. Kuroda, T. Toyokawa, Y. Miki [et al.] // *Sci. Rep.* – 2022. – Vol. 12 (1). – P. 3025. – URL: <https://doi.org/10.1038/s41598-022-07098-3>
28. Risk factors for excess mortality in the first year after curative surgery for colorectal cancer / G. A. Gooiker, J. W. Dekker, E. Bastiaannet [et al.] // *Ann. Surg. Oncol.* – 2012. – Vol. 19 (8). – P. 2428–2434. – URL: <https://doi.org/10.1245/s10434-012-2294-6>
29. Risk factors for morbidity and mortality after colectomy for colon cancer / W. E. Longo, K. S. Virgo, F. E. Johnson [et al.] // *Dis. Colon. Rectum.* – 2000. – Vol. 43 (1). – P. 83–91. – URL: <https://doi.org/10.1007/BF02237249>
30. Risk factors for prolonged length of stay after major elective surgery / T. C. Collins, J. Daley, W. H. Henderson [et al.] // *Ann. Surg.* – 1999. – Vol. 230 (2). – P. 251–259. – URL: <https://doi.org/10.1097/0000658-199908000-00016>
31. Small-bowel obstruction secondary to adhesions after open or laparoscopic colorectal surgery / S. Smolarek, M. Shalaby, G. Paolo Angelucci [et al.] // *J. Soc. Laparoendosc. Surg.* – 2016. – Vol. 20 (4). – e2016.00073. – URL: <https://doi.org/10.4293/JLSLS.2016.00073>
32. Surgical complications are associated with omission of chemotherapy for stage III colorectal cancer / S. Hendren, J. D. Birkmeyer, H. Yin [et al.] // *Dis. Colon. Rectum.* – 2010. – Vol. 53 (12). – P. 1587–1593. – URL: <https://doi.org/10.1007/DCR.0b013e3181f2f202>
33. Venous thromboembolism in colorectal surgery: incidence, risk factors, and prophylaxis / S. Emoto, H. Nozawa, K. Kawai [et al.] // *Asian J. Surg.* – 2019. – Vol. 42 (9). – P. 863–873. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.asjsur.2018.12.013>
34. Xi Y., Xu P. Global colorectal cancer burden in 2020 and projections to 2040 // *Translat. Oncol.* – 2021. – Vol. 14 (10). – P. 101174. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.tranon.2021.101174>

ЭНТЕРАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ ДО И ПОСЛЕ ОПЕРАЦИИ ПО ПОВОДУ РАКА ЖЕЛУДКА. ПОЧЕМУ И КАК МЫ ЭТО ДЕЛАЕМ

^{1,2}Р. Ю. Хлобыстин

¹ФГБУ «Федеральный Сибирский научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства»
²ФГБОУ ВО «Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В. Ф. Войно-Ясенецкого»
Минздрава России

^{1,2}R. Yu. Khlobystin

ENTERAL NUTRITION BEFORE AND AFTER SURGERY FOR STOMACH CANCER. WHY AND HOW WE DO IT

¹Federal Siberian Scientific and Clinical Center of the Federal Medical and Biological Agency
²Voino-Yasenetskiy' Krasnoyarsk State Medical University of the Ministry of Health of Russia

РЕФЕРАТ. Fast track surgery, или enhanced recovery after surgery (ERAS) – программа комплексного лечения, включающая этапы предоперационной подготовки, выполнения оперативного вмешательства, ведения послеоперационного периода. К ключевым факторам относят: адекватную анальгезию, раннюю активизацию и нутритивную поддержку. Проведение энтерального питания у пациентов с раком желудка должно начинаться в предоперационном периоде. Энтеральное питание необходимо проводить в ранние сроки послеоперационного периода. Раннее энтеральное питание не увеличивает частоту послеоперационных осложнений (несостоятельность анастомозов, гнойно-септические осложнения). Правильное проведение энтерального питания в пред- и послеоперационном периоде способствует более комфортному восстановлению качества жизни после операции.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: рак желудка, энтеральное питание, нутритивная поддержка.

SUMMARY. Fast track surgery, or enhanced recovery after surgery (ERAS) is a comprehensive treatment program that includes the stages of preoperative preparation, surgical intervention, and postoperative management. The key factors include: adequate analgesia, early activation and nutritional support. Enteral nutrition in patients with gastric cancer should begin in the preoperative period. Enteral nutrition should be carried out in the early postoperative period in most cases. Early enteral nutrition does not increase the frequency of postoperative complications (failure of anastomoses, purulent-septic complications). Proper implementation of enteral nutrition in the pre- and postoperative period contributes to a more comfortable restoration of the quality of life after surgery.

KEY WORDS: stomach cancer, enteral nutrition, nutritional support.

Введение

В 1990-х годах Н. Kehlet [11] была предложена программа комплексного лечения, включающая этапы предоперационной подготовки, выполнения оперативного вмешательства, ведения послеоперационного периода, цель которой – уменьшение периода нахождения в стационаре, количества послеоперационных осложнений и материальных затрат на лечение, – «Концепция ведения пациентов, направленная на скорейшее восстановление после операций в колоректальной хирургии (fast track surgery)». Основной целью новой концепции стало уменьшение проявлений послеоперационного стресса и боли, основанное на использовании нескольких подходов: сокращение сроков голодания, иммобилизация, уменьшение травматичности операции, применение эпидуральной анальгезии как основного компонента мультимодального обезболивания, оптимизация сроков пребывания пациента в отделении реанимации и интенсивной терапии и в стационаре. Полученные данные продемонстрировали сокращение сроков

пребывания пациента в стационаре без увеличения частоты осложнений и летальности. Указанные принципы ведения пациентов нашли применение в различных областях хирургии и в последние годы становятся все более популярными.

В 2001 году в рамках созданного ERAS-сообщества было принято решение изменить термин fast track surgery (FTS) на enhanced recovery after surgery (ERAS), подчеркивая важность не сокращения длительности госпитализации, а улучшения качества послеоперационного восстановления пациента, а также его скорейшего возвращения к уровню дооперационной активности. В 2006 году J. Wind [12] суммировал и идентифицировал основные факторы, входящие в состав мультимодальной fast track программы. К таким факторам он стал относить:

1. предоперационное информирование пациента;
2. отказ от использования ортоградной подготовки кишечника перед операцией;

3. отказ от классической премедикации накануне операции;
4. применение пробиотиков;
5. сокращение сроков предоперационного приема пищи;
6. применение раствора глюкозы за 2 часа до операции;
7. регионарная анестезия;
8. препараты для анестезии с быстрым началом и короткой продолжительностью действия;
9. адекватный объем и качество жидкости в предоперационном периоде;
10. миниинвазивный оперативный доступ;
11. профилактика гипотермии;
12. пре- и постоксигенация с высокой концентрацией O_2 ;
13. неопиоидная послеоперационная анальгезия;
14. отказ от рутинного, необоснованного использования дренажей и зондов;
15. раннее удаление уретрального катетера;
16. использование прокинетики;
17. ранняя мобилизация и пероральное питание.

Ключевым факторам, вносящим основной вклад в современный подход послеоперационного ведения практически после любых плановых операций, следует относить: адекватную анальгезию, на фоне которой должна проводиться ранняя активизация пациента, и нутритивную поддержку. Хочется указать, что нутритивная поддержка в послеоперационном периоде при хирургическом лечении рака желудка должна быть продолжением ранее проведенной предоперационной подготовки. Несмотря на большое количество работ, посвященных применению нутритивной терапии в периоперационном периоде у онкологических пациентов [1, 3, 4], все еще остаются сторонники традиционного послеоперационного ведения. Ранее считалось, что больные, поступающие на плановое оперативное вмешательство, в большинстве случаев рассматриваются как компенсированные, и традиционный протокол ведения чаще всего включал:

- желудочный зонд для аспирации на срок до 5–7 суток, «пока не заработает кишечник»;
- голод в течение этого же периода;
- большой объем инфузионной терапии в сочетании со «стимуляцией диуреза»;
- стимуляция работы кишечника из-за «послеоперационного пареза»;
- широкое и длительное использование наркотических анальгетиков;
- ограничение двигательного режима.

В пользу такого ведения противники раннего энтерального питания обычно приводят доводы о том, что:

- нельзя кормить до восстановления работы кишечника;

- кишечник после операции должен «отдохнуть»;
- прием пищи или жидкости через рот в ранние сроки после формирования анастомоза может вызвать несостоятельность швов;
- раннее кормление увеличивает риск панкреатита;
- питание вызывает парез и может стимулировать появление динамической кишечной непроходимости.

Сторонники протокола ERAS аргументируют свою позицию следующими фактами о раннем старте энтерального питания [4, 5, 6, 7, 8, 9, 10]:

- не приводит к увеличению числа осложнений, в том числе несостоятельности анастомозов;
- способствует уменьшению числа осложнений, в том числе несостоятельности анастомозов, парезов ЖКТ, инфекционно-воспалительных осложнений;
- способствует более быстрому восстановлению моторики кишки.

Более того, учитывая, что оперативное вмешательство и связанный с ним операционный стресс вызывают функциональную перестройку всех систем организма и приводят к значительному усилению катаболических процессов, нутритивная поддержка становится одним из ключевых элементов в обеспечении послеоперационного периода.

Что же мы можем начать делать на этапе планирования и подготовки пациента к операции? Прежде всего, оценить нутритивный статус пациента во время первичного осмотра и назначить коррекцию до момента операции. Сократить ограничения питания в предоперационном периоде: отказ от приема твердой пищи – за 6 часов до операции, ограничение приема светлых прозрачных жидкостей – за 2 часа до операции. Назначить введение углеводсодержащих высококалорийных жидкостей до операции, которые позволяют уменьшить послеоперационный катаболизм, инсулинорезистентность и гипергликемию, мышечную слабость в послеоперационном периоде. В послеоперационном периоде рекомендовать начинать энтеральное питание в течение первых 24 часов после операции, предпочтительно с пероральным введением. Рекомендовать употребление жевательной резинки для разрешения пареза. Целесообразно использовать стандартные или высокобелковые смеси. Аргументами к применению питательных смесей вместо обычной пищи являются более высокая биодоступность, точный расчет вводимой энергии и белка, легкое усвоение, снижение риска нежелательных явлений со стороны ЖКТ, удобство для пациента и ухаживающего персонала.

Какой способ нутритивной поддержки выбрать? Основной принцип: необходимо отдавать предпочтение энтеральному питанию. Полное парентеральное питание возможно только в том случае, если имеется выраженное нарушение функции ЖКТ.

В нашем центре имеется протокол ведения пациентов после операций по поводу рака желудка, ключевым элементом которого является энтеральное питание. Весь этап хирургического лечения включает три периода:

1. предоперационный период. На этом этапе мы подробно информируем пациента о диагнозе, планируемом лечении, предстоящей операции, объемах и особенностях предоперационного периода, хирургическом вмешательстве и анестезиологическом обеспечении. Акцентируем внимание на возможных сложностях в послеоперационном периоде. Пациенту рассказывается о необходимости установки желудочного зонда, дренажных трубок, мочевом катетере, особенностей анальгезии и коррекции болевого синдрома. Все это способствует уменьшению страха и тревоги, настраивает пациента на участие в восстановлении, мобилизует и за счет этого облегчает ситуацию в последующем послеоперационном ведении. Проводится оценка нутритивного статуса пациента. Большая часть пациентов с раком желудка отмечает жалобы на потерю веса и/или нарушение работы желудка (связанное со стенозом, микрогастрией и т. п.). Наличие нутритивной недостаточности требует восполнение энергетических потерь и недостаток питательных веществ. Для этой цели используются энтеральные питательные смеси, прием которых пациенты начинают с момента консультации и продолжают до и в послеоперационном периоде. Оценивается сопутствующая патология и рекомендуется проведение ее коррекции. Многие пациенты являются курильщиками. Для снижения риска осложнений со стороны легких рекомендуем прием муколитиков в предоперационном периоде. При наличии хронической анемии назначается терапия для ее устранения. Проводится консультация смежных специалистов (кардиологов, эндокринологов, пульмонологов и т. п.) для коррекции сопутствующей патологии;

2. пери- и интраоперационный период. Мы не проводим в подавляющем большинстве случаев тотальное очищение кишечника. Отказ от приема твердой пищи за 6 часов до операции, прозрачной жидкости – за 2 часа до операции. Пациенты накануне операции получают легкий ужин, в 22.00 (йогурт, шоколад), в день операции в 6.30 пациентам разрешен прием сладкого чая. За 60 минут до подачи пациента в операционную проводится введение 5%-ного раствора глюкозы в объеме 400–500 мл. Из особенностей операционного периода следует отметить прецизионную хирургическую технику оперирования, поддержание нормотермии пациента, отказ от необоснованных гемотрансфузий, отказ от рутинной установки зондов и дренажей. Зонды устанавливаются минимального диаметра (20Fr) для проведения энтерального питания. Отказ от продленной искусственной вентиляции лег-

ких и сокращение сроков пребывания в отделении реанимации и интенсивной терапии;

3. послеоперационный период. Обязательная установка эпидурального блока. Использование регионарной анестезии позволяет практически полностью отказаться от введения опиоидных анальгетиков. На следующие сутки после операции большая часть пациентов переводится из реанимационного отделения в профильное, где купирование болевого синдрома проводится введением НПВС. Назначается раннее энтеральное питание. После выполнения гастрэктомии через 2 часа после перевода из операционной начинается введение 5%-ного раствора глюкозы в зонд со скоростью 20 мл/ч. На следующие сутки после операции осуществляется рентгенологический контроль анастомоза водорастворимым контрастом, после этого пациенту проводится удаление зонда, разрешается пить энтеральные питательные смеси методом «сиппинга». Данная диета проводится до 3 суток послеоперационного периода, затем расширяется до 1А стола. К моменту выписки пациенту назначается диета № 1. После выполнения дистальной резекции желудка, через 2 часа после перевода из операционной и экстубации, пациенту разрешается пить. На следующие сутки после операции даются энтеральные питательные смеси методом «сиппинга». В последующем послеоперационное питание осуществляется так же, как у пациентов после выполненной гастрэктомии. На фоне проводимого энтерального питания объемы инфузионной терапии ограничиваются до 1000–1500 мл/сут. в течение первых трех дней послеоперационного периода. Антибиотикотерапия не проводится при отсутствии дополнительных рисков гнойно-септических осложнений и гладком послеоперационном периоде. Выполняется антибиотикопрофилактика согласно внутреннему приказу по учреждению введением препарата за 30 минут до кожного разреза и при длительности операции более 3 часов осуществляется повторное введение. Пациенту предлагается ранняя активизация. На следующий день после выполненной операции пациенту рекомендуется садиться в кровати (ноги находятся на полу), при адекватном купировании болевого синдрома пациенту стоит вставать у кровати. На вторые сутки по возможности необходимо начать передвижение по палате, на третьи сутки – общий двигательный режим. Проводится раннее удаление дренажей, катетеров, зондов. Зонды удаляются при переводе на питание per os. Удаление дренажей проводится на 2–3-е сутки послеоперационного периода.

Выводы:

– проведение энтерального питания должно начинаться в предоперационном периоде при выявлении нутритивной недостаточности и продолжаться до момента операции;

– у пациентов с раком желудка перед хирургической операцией необходимо максимально сокращать период голодания;

– энтеральное питание нужно проводить в ранние сроки послеоперационного периода;

– питание через рот энтеральными смесями (методом «сиппинга») может быть рекомендовано с первых суток послеоперационного периода;

– раннее энтеральное питание не увеличивает частоту послеоперационных осложнений, несостоятельности анастомозов, гнойно-септических осложнений;

– правильное проведение энтерального питания в пред- и послеоперационном периоде в комплексе с другими элементами fast track хирургии способствует более комфортному восстановлению качества жизни после операции;

– внедрение возможно лишь при тесном командном взаимодействии врачей хирургических специальностей, анестезиологов-реаниматологов, реабилитологов, клинических фармакологов, среднего медицинского персонала. Кроме того, необходимо иметь представление о роли пациента в лечебном процессе, являющемся в данной концепции таким же важным участником, которому отведена большая роль.

ЛИТЕРАТУРА

1. Потапова А. Л. Периоперационная нутритивная поддержка при раке желудка. Комментарии к клиническим рекомендациям Федерации анестезиологов и реаниматологов России «Периоперационная нутритивная поддержка» // Вестник интенсивной терапии имени А. И. Салтанова. – 2019. – № 1. – С. 108–112.
2. Раннее энтеральное питание (сиппинг) после операции по поводу новообразований пищевода и желудка / В. М. Хомяков, А. Д. Сергиенко, В. Э. Хороненко [и др.] // Онкология. Журнал имени П. А. Герцена. – 2021. – Т. 10, № 2. – С. 68–74.
3. Результаты периоперационной нутритивной поддержки у больных раком желудка / А. Д. Сергиенко, В. М. Хомяков, А. Б. Рябов [и др.] // Онкология. Журнал имени П. А. Герцена. – 2021. – Т. 10, № 6. – С. 41–48.
4. Comparison of Early oral feeding with traditional oral feeding after total gastrectomy for gastric cancer: a propensity score matching analysis / J. Wang, M. Yang, Q. Wang [et al.] // Front. Oncol. – 2019. – Vol. 9. – P. 1194.
5. Early oral feeding as compared with traditional timing of oral feeding after upper gastrointestinal surgery / K. Willcutts, M. Chung, C. Erenberg [et al.] // Ann. Surg. – 2016. – Vol. 264 (1). – P. 54–63.
6. Effect of early oral feeding on short term outcome of patients receiving laparoscopic distal gastrectomy a retrospective cohort study / L. Hong, Y. Han, H. Zhang [et al.] // Int. J. Surg. – 2014. – Vol. 12 (7). – P. 637–649.
7. Effects of early oral feeding after radical total gastrectomy cancer patients / Y. Lu, Y. Wang, T. Xie [et al.] // Wang World J. Gastroenterol. – 2020. – Vol. 26 (36). – P. 5508–5519.
8. Feasibility and outcomes of early oral feeding after total gastrectomy for cancer / M. Sierzega, R. Choruz, S. Pietruszka [et al.] // J. Gastrointest. Surg. – 2015. – Vol. 19 (3). – P. 473–479.
9. Is early oral feeding after gastric cancer surgery feasible? A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials / X. Liu, D. Wang, L. Zheng [et al.] // PLoS One. – 2014. – Vol. 9 (11). – P. 112062.
10. Jang A., Jeong O. Early postoperative oral feeding after total gastrectomy in gastric carcinoma patients: a retrospective before-after study using propensity score matching // J. Parenter. Enteral Nutr. – 2019. – Vol. 43 (5). – P. 649–657.
11. Kehlet H. Organizing postoperative accelerated recovery programs // Reg. Anesth. – 1996. – Vol. 21 (Suppl. 6). – P. 149–151.
12. Systematic review of enhanced recovery programmes in colonic surgery / J. Wind, S. Polle, P. Fung Kon Jin [et al.] // B. Surg. – 2006. – Vol. 93 (7). – P. 800–809.

ИНТРАОПЕРАЦИОННЫЕ ЧЕКПОЙНТЫ И КОНЦЕПЦИЯ БЕЗОПАСНОЙ ХИРУРГИИ

^{1,2}В. А. Кащенко, ^{1,2}А. А. Богатиков, ^{1,2,3}А. В. Лодыгин, ²Р. В. Павлов, ³Р. Э. Топузов

¹ФГБУ «Северо-Западный окружной научно-клинический центр имени Л. Г. Соколова» ФМБА России

²ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»

³ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И. И. Мечникова» Минздрава России

^{1,2}V. A. Kashchenko, ^{1,2}A. A. Bogatikov, ^{1,2,3}A. V. Lodygin, ²R. V. Pavlov, ³R. E. Topuzov

INTRAOPERATIVE CHECKPOINTS AND THE CONCEPT OF SAFE SURGERY

¹Sokolov' North-West Regional Scientific and Clinical Center of the Federal Medical and Biological Agency

²Saint Petersburg State University

³Mechnikov' North-West State Medical University of the Ministry of Health of Russia

РЕФЕРАТ. В статье представлена новая концепция системы хирургической безопасности. Система представляет собой комплекс периоперационных мероприятий, которые включают стандартизацию всех этапов хирургической помощи: управление качеством, дооперационное моделирование, интраоперационные чекпойнты, навигационные системы вспомогательной визуализации, интраоперационный контроль перфузии тканей и операции в смешанной реальности. Основной акцент в функционировании системы сделан в отношении стандартизации оперативного вмешательства и оценки качества исполнения отдельных элементов (чекпойнтов). Обсуждаются перспективы и проблемы внедрения данной концепции.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: интраоперационные чекпойнты, хирургическая безопасность, безопасная хирургия.

SUMMARY. The article presents a new concept of the surgical safety system. The system is a complex of perioperative measures. It includes standardization of all stages of surgical care – quality management, preoperative modeling, intraoperative checkpoints, navigation systems for additional visualization, intraoperative control of tissue perfusion and virtual reality. The main emphasis in the system is on the standardization of surgical intervention and the assessment of the quality of technical skill (for each checkpoint). The prospects and problems of implementing this concept are discussed.

KEY WORDS: intraoperative checkpoints, surgical safety, safe surgery.

Введение

В последние годы произошло много событий, которые составили предпосылки для развития концепции «безопасной хирургии».

Во-первых, хирургическая техника вышла на своеобразное «плато» или более пологий рост и накопленные технологии конкурируют не столько за возможность решения новых хирургических задач, сколько за вероятность решить эти задачи с меньшим риском развития осложнений. В других интерпретациях это звучит как малоинвазивное или функциональное направление развития хирургии, однако в общеметодическом плане это сводится к стремлению уменьшить риски хирургических осложнений.

Во-вторых, проблема обучения хирургии выходит на новый методологический уровень. Для скорейшего преодоления кривой обучения необходима стандартизация оперативного приема и возможность разделения операции на отдельные этапы. В этом вопросе очень важна хорошая воспроизводимость технологий, то есть возможность безопасно выполнить все этапы операции при широкой вариабельности хирургического опыта и способностей. Место виртуозных специалистов-лидеров, способных решить техническую проблему любой сложности, по-прежнему важно,

но на первый план ценностей выходит стабильная безошибочная работа хирурга на высоком потоке стандартных оперативных вмешательств.

В-третьих, происходит повсеместная цифровизация медицинской деятельности. Как бы не хотелось видеть в хирургии только искусство и творчество, мы с неизбежностью погружаемся в цифровой мир и важно сделать этот процесс контролируемым, чтобы не потерять достижений и наработок прославленных хирургических школ.

В-четвертых, обострилась юридическая проблема оценки хирургической ошибки. По данным сайта РОХ, хирургов привлекали к уголовной ответственности по двум статьям: 109 УК РФ «Причинение смерти по неосторожности» и 118 «Причинение тяжкого вреда по неосторожности». Только за 2019 год в отношении всех медиков было возбуждено 2168 уголовных дел. В суд направлено 332 уголовных дела в отношении 366 обвиняемых медицинских работников, что на 10% больше, чем в 2018 году.

Экстраполируя все вышеперечисленное на эндоскопическую хирургию, следует добавить специфические проблемы лапароскопических технологий, являющиеся дополнительными факторами риска развития осложнений: определенная изоляция оперативного

поля от хирургов, отсутствие мануальной пальпации, преимущественно двухмерное изображение, большая зависимость от функционирования оборудования и многое другое.

Цель исследования

Обобщение данных об основных направлениях, нацеленных на предотвращение нежелательных событий и осложнений при проведении хирургических вмешательств, то есть на повышение хирургической безопасности.

Мы выделили следующие направления безопасности в эндовидеохирургии:

- внедрение программы менеджмента качества и безопасности пациентов;
- стандартизация всех этапов хирургической техники;
- разделение операции на ключевые этапы – интраоперационные чекпойнты (checkpoints);
- внедрение навигационных систем вспомогательной визуализации и контроля качества этапов операции.

1. Внедрение программы менеджмента качества и безопасности пациентов

Концепция хирургической безопасности является многокомпонентной. Это определяется стремлением минимизировать риски осложнений на различных уровнях. Первый организационный уровень – система управления качеством медицинской помощи предполагает внедрение управленческих технологий, направленных на предотвращение негативных последствий хирургического лечения. Программа менеджмента качества и безопасности пациентов подразумевает синтез широкого спектра мероприятий: профилактических, лечебно-диагностических, информационных, этических, коммуникационных, управленческих и многих других.

Применительно к эндовидеохирургии в условиях реализации технологически более сложных процессов возрастает риск «случайных» ошибок. Строгий алгоритм действий в соответствии с чек-листом позволяет минимизировать случаи ошибок, связанных с неправильной идентификацией пациента (не установили личность пациента), выполнением другого вида хирургического вмешательства (сделали не ту операцию), неверным выбором стороны вмешательства (перепутали сторону операции), хранением лекарственных средств в похожих упаковках (перепутали лекарство) и т. д. Внедрение эндовидеохирургии привнесло в клиническую практику целый ряд специфических «случайных» ошибок.

Конкретными ожидаемыми событиями внедрения программы менеджмента качества и безопасности пациентов является уменьшение риска неблагоприятных событий, связанных со «случайными» ошибками (ошибка идентификации, ошибка в зоне операции, инородные тела и др.). Однако многие «неслучайные» осложнения также могут успешно предотвращаться

внедрением стандартных алгоритмов и операционных процедур. Например, профилактика ТЭЛА основывается на обязательном использовании компрессионного трикотажа и препаратов низкомолекулярного гепарина в соответствующих группах риска. Другой пример связан с демонстрацией эффективности преабилитации и программы ускоренного выздоровления, которые предполагают стандартизацию многих клинических процессов.

Некоторые систематические обзоры продемонстрировали снижение уровня смертности на 47–62% и числа осложнений – на 36–37% в результате применения хирургического чек-листа [1]. Однако следует отметить, что это данные небольших исследований, а высококачественные исследования не проводились. Тем не менее значительное сокращение числа случаев осложнений и уровня летальности служит аргументом в пользу внедрения стратегии использования чек-листа хирургической безопасности.

Вместе с тем организационные мероприятия за пределами контроля хирургической техники имеют существенные ограничения. Совершенно очевидно, что, если используется крайне рискованная хирургическая техника или некачественная хирургическая практика, риск развития осложнений не удастся существенно снизить исключительно организационными мероприятиями (идентификация, маркировка, тайм-аут и т. д.) не изменив сам оперативный прием. Если иметь в виду многочисленность видов операций, оперативных доступов, несовершенство программ подготовки врачей-хирургов, отличающиеся по продолжительности кривые обучения выполнению разных типов операций, неодинаковое состояние оснащенности больниц, то очевидно, что техника вмешательства является первостепенным объектом для приложения системы управления качеством. Логичным было распространить принципы стандартизации и оценки качества и безопасности действий медицинского персонала именно на оперативный прием.

При выполнении любого хирургического вмешательства достигается определенная цель: удаление патологического очага, остановка кровотечения, проведение реконструкции. Цель достигается путем выполнения определенных действий, составляющих оперативный прием. Обычно выделяют наиболее значимые элементы оперативного приема: мобилизация комплекса, лигирование и пересечение основных сосудов, формирование анастомоза. В рутинной клинической практике не требуется жестко регламентировать последовательность действий оператора и ассистентов и, каким образом хирургическая бригада достигнет цели, не считается важным. Развивая эту концепцию, часто указывают на то, что у каждого хирурга свой стиль оперирования, а хирургия – это искусство, а не технологический процесс. Однако даже в искусстве мы находим немало примеров возможности оценки его уровня и качества. Например,

фигурное катание обладает едва ли большими признаками принадлежности к искусству, однако судьи могут с «аптекарьской точностью» аргументированно оценить выступление участников в баллах (с точностью до сотых долей) и провести распределение мест. Причем оценке поддается не только техника исполнения, но и артистичность. Возникает вопрос: неужели оценка танца приоритетнее и важнее оценки «выступления» хирурга?

Более глубокий анализ данной проблемы свидетельствует о том, что каждая операция состоит из последовательных этапов и технических действий, выполнение которых определяет степень риска и успеха операции. Поэтому первый важный элемент внедрения системы интраоперационной хирургической безопасности – это стандартизация оперативного приема.

2. Стандартизация всех этапов хирургической техники

Стандартизация оперативного приема

Варианты хирургических техник оперативных вмешательств хорошо разработаны. Однако в доступной отечественной литературе подавляющее большинство описаний содержат очень общие суждения и описания и не позволяют стандартизировать элементы операции. Другими словами, прочитав ход операции, хирург не сможет в точности воспроизвести предложенную технику.

Например, в онкологическом мире едва ли не самым популярным понятием являлась «лимфодиссекция в объеме D2». Однако то, что подразумевали различные авторы под этим термином, варьировалось в очень широких пределах.

Именно поэтому на первом этапе внедрения стандартизации мы предложили разделить операции на составные элементы: элементы оперативного доступа, элементы оперативного приема и элементы завершения операции. Мы предположили, что критерием оптимального описания операции будет являться последовательность хорошо воспроизводимых действий хирургической бригады, представленная в речевых модулях. Другими словами, последовательное озвучивание каждого элемента предполагает его четкое исполнение бригадой с итоговым результатом решения всех хирургических задач.

На втором этапе необходимо выделить те ключевые чекпойнты, которые способны оказать наиболее значимое влияние на риск осложнений (критерии безопасности) и адекватное выполнение хирургического приема (критерии качества).

Оценка качества и безопасности операции

Второй уровень развития системы интраоперационной хирургической безопасности – качественная, а затем и количественная оценка качества и безопасности оперативных вмешательств. Внедрение эндовидеохирургии подарило уникальную воз-

Таблица 1

Балльная оценка качества и безопасности хирургической техники

Общие критерии	Начисленные баллы
<i>Категория 1: Ход операции</i>	
Плавное проведение операции	4 очка
Автономность оператора	4 очка
Лидерские способности	4 очка
Сотрудничество с ассистентами	4 очка
<i>Категория 2: Отображение рабочего поля</i>	
Правильное расположение портов доступа	3 очка
Отображение операционного поля в центре монитора	3 очка
Четкое отображение органа-мишени	3 очка
Правильное использование ретрактора	3 очка
Использование недоминирующих щипцов	3 очка
<i>Категория 3: Оперативные методы</i>	
Выбор и надлежащее использование щипцов (доминирующая сторона)	3 очка
Методы натяжения и обработки тканей	3 очка
Надлежащее и плавное использование правильного типа энергии	3 очка
Правильный слой рассечения ткани	5 очков
Правильная идентификация и надлежащая коагуляция или пересечение кровеносных сосудов	5 очков
<i>Категория 4: Наложение швов и завязывание узлов</i>	
Наложение швов	5 очков
Завязывание узлов	5 очков

Таблица 2

**Вопросы для оценки качества и безопасности проведения операций на желудке
(за каждый пункт начисляется по два балла)**

№ п/п	Вопрос	Балл	№ п/п	Вопрос	Балл
1	Правильно ли расположены порты?		11	Правильно ли обработана левая желудочная вена?	
2	Обеспечено ли операционное поле соответствующим отведением печени и т. д.?		12	Правильно ли обработана левая желудочная артерия?	
3	Используются ли подходящие захватные щипцы, которые могут предотвратить повреждение желудка, двенадцатиперстной кишки, тонкого и толстого кишечника?		13	Принимаются ли какие-либо меры для предотвращения повреждения поджелудочной железы?	
4	Захватываются ли ткани с соответствующей силой?		14	Правильно ли удален лимфатический узел № 1?	
5	Захватывается ли стенка желудка или кишечника на всю толщину (все слои)?		15	Правильно ли удален лимфатический узел № 3?	
6	Правильный ли участок вытянут в нужном направлении?		16	Достаточен ли объем диссекции лимфатических узлов?	
7	Нет повреждений серозной оболочки?		17	Безошибочно ли выполнен желудочно-дуоденальный анастомоз?	
8	Нет ли кровотечения, вызванного грубым использованием захватных щипцов?		18	Достаточен ли кровоток в месте анастомоза?	
9	Правильно ли разделена желудочно-ободочная связка?		19	Нет ли чрезмерного натяжения в анастомозе?	
10	Принимаются ли какие-либо меры для предотвращения повреждения толстой кишки?		20	Имеет ли анастомоз хорошую форму?	

возможность записи выполнения оперативного приема и фотофиксации.

Данный подход был реализован в системе оценки качества хирургической гастроэнтерологии в Японии. В начале внедрения эндохирургических технологий поступали сообщения о значительных осложнениях после лапароскопических операций. В некоторых из этих случаев пациенты умирали и рассматривались в качестве судебных дел. Для решения этой проблемы Японское общество эндоскопической хирургии (JSES) в 2001 году учредило Комитет по системе квалификации эндоскопических хирургических навыков, в состав которого вошли хирурги из различных областей. С 2004 года применяется система оценки квалификации эндоскопических хирургических навыков (ESSQS) [2]. В этой системе мастерство хирурга оценивается двумя отдельными аккредитованными судьями, использующими неотредактированное видео операции в двойном слепом режиме со строгими критериями, подобными системе подсчета очков в спортивном фигурном катании. Эта система внесла большой вклад в улучшение и повышение качества работы японских хирургов (табл. 1, 2).

В 2010 году пациент, перенесший роботическую гастрэктомию, умер на 5-й день после операции из-за полиорганной дисфункции в японском учреждении. В отчете Комиссии по расследованию несчастных случаев сделан вывод, что причиной смерти стало интраоперационная компрессия поджелудочной железы роботизированной рукой. Это привело к интраоперационному повреждению поджелудочной железы, аналогичному при дорожно-транспортном

происшествии в варианте травмы рулем. Чтобы предотвратить дальнейшие осложнения роботизированной хирургии, Японское общество эндоскопической хирургии (JSES) в июле 2011 года предложило рекомендации по внедрению роботизированной хирургии. Основным предложением было то, что хирург должен быть сертифицирован Японским обществом гастроэнтерологической хирургии и иметь квалификацию JSES – endoscopic surgical skill qualification system (ESSQS). Другое предложение состояло в том, чтобы медицинская бригада выполняла роботизированную операцию под руководством опытного врача, а именно проктолога, в начальной серии. Это позволило снизить частоту осложнений операции к моменту, когда роботическая операция была одобрена для национально-го медицинского страхования в Японии в 2018 году.

3. Разделение операции на ключевые этапы – интраоперационные чекпойнты (checkpoints)

Чекпойнт (*checkpoint*) – «контрольный пункт», «контрольная точка». Значение *checkpoint* на спортивных соревнованиях состоит в том, что пока участник не пройдет одну точку, ему не будет засчитана последующая. Мы предложили использовать данный термин для обозначения ключевых этапов операции, которые необходимо выполнить. Мы предполагаем, что их корректное выполнение имеет влияние на качество и безопасность оперативного вмешательства в целом.

Одним из первых и удачных внедрений принципов явились критерии оценки безопасности холецистэктомии. Концепция интраоперационных чекпойнтов при проведении холецистэктомии была представлена

в недавней публикации со ссылкой на приоритетные работы S. M. Strasberg.

Проблема повреждения внепеченочных желчных протоков актуальна для эндовидеохирургии. С первых лет внедрения лапароскопической холецистэктомии повреждение внепеченочных желчных протоков стало «ахиллесовой пятой» малоинвазивной технологии. Несмотря на подробную методическую проработку оперативного приема и высокий уровень обучения специалистов, частота повреждения желчных протоков продолжает оставаться на стабильном уровне, составляя в среднем, по данным экспертов, от 0,5 до 2,7%, в то время как при открытых вмешательствах отмечается несколько меньшая частота – 0,1–2,5% [4].

В 1995 году S. M. Strasberg сформулировал концепцию «критической оценки безопасности» – Critical View of Safety (CVS). Автор подчеркивает, что его методика не является вариантом диссекции, а представляет собой именно систему контроля безопасности, основанную на целевых параметрах. Данная концепция предусматривает три ключевых элемента [5]:

- диссекция пузырно-печеночного пространства (пузырный проток – печеночный проток – печень);
- визуализация только двух трубчатых структур, идущих к желчному пузырю (визуализация холедоха не обязательна);

- мобилизация нижней части желчного пузыря от печени и визуализация нижней 1/3 ложа желчного пузыря (cystic plate).

Чтобы продолжить операцию, хирург должен преодолеть каждую контрольную точку (чекпойнт) с использованием определенных манипуляций. Данное исполнение может быть оценено с точки зрения качества элемента. Мы в своей практике используем трехбалльную систему: критерий не выполнен, критерий выполнен частично, критерий выполнен

полностью. Невыполнение критерия – серьезный фактор риска развития осложнений. Необходим консилиум для оценки ситуации или изменения стратегии оперативного вмешательства (переход на открытую операцию, частичная холецистэктомия). Неполное выполнение критерия допустимо, но оно нацеливает врача на более пристальное внимание к оценке ситуации и использование дополнительных (резервных) технологий контроля безопасности. Полное выполнение критериев чекпойнта составляет комфортные условия для продолжения оперативного приема.

В дальнейшем проводится анализ фотоизображений, и хирург, и (или) руководитель хирургической службы, и (или) консилиум хирургов осуществляют балльную оценку качества реализации критериев безопасности (табл. 3). Выполнение каждого из трех критериев оценивается по трехбалльной шкале для переднего и заднего видов одновременно:

0 – требования по критерию не выполнены;

1 – требования выполнены частично;

2 – требования выполнены полностью с обеих сторон (передний и задний вид).

Таким образом, достижение 6 баллов свидетельствует о высоком уровне безопасности хирургии, в то время как снижение до 3 баллов и ниже – об опасной технике или анатомической ситуации, не позволившей реализовать основные этапы оперативного приема.

Аналогично приведенному примеру на чекпойнты можно разложить любое вмешательство. При этом условно можно выделить чекпойнты преимущественной безопасности и чекпойнты качества оперативного приема. Так, 10 золотых правил паховой герниопластики являются в большей степени чекпойнтами качества, чем безопасности, хотя во многом эти оба фактора взаимозависимы [6] (табл. 4).

Таблица 3

Балльная оценка критериев безопасности на основе анализа интраоперационных фото

Признак	0	1	2
Диссекция тканей пузырно-печеночного пространства	Диссекция тканей недостаточная, нечетко визуализируются все анатомические объекты	Диссекция тканей недостаточно широкая, основные анатомические объекты визуализируются, но возникают сомнения в отдельных деталях	Диссекция тканей широкая и обеспечивает полную мобилизацию нижней трети желчного пузыря и экспозицию всех необходимых для безопасности анатомических структур
Визуализация только двух трубчатых структур, идущих к желчному пузырю	Нечетко визуализируется только одна трубчатая структура	2 трубчатые структуры визуализируются нечетко, появление 3-й структуры	Четко визуализируются только 2 трубчатые структуры
Мобилизация нижней части желчного пузыря от печени и визуализация нижней 1/3 ложа желчного пузыря	Мобилизации нижней части желчного пузыря от печени нет	Мобилизация нижней части желчного пузыря от печени недостаточна, чтобы исключить возможность контакта с желчным протоком	Мобилизация нижней части желчного пузыря от печени достаточная, визуализация не менее нижней 1/3 ложа желчного пузыря

Таблица 4

Чек-лист выполнения основных чекпойнтов при проведении лапароскопической паховой герниопластики (TAPP)

№ п/п	Критерий	Соблюдался ли критерий (правило)?	Присвоенные баллы
1	Линия рассечения брюшины должна располагаться минимум на 4 см выше глубокого пахового кольца и проходить от spina iliaca anterior superior до медиальной пупочной складки для того, чтобы разместить в преперитонеальном пространстве сетку достаточного размера		
2	Диссекция должна проходить в плоскости брюшины, то есть вширь, а не вглубь		
3	Диссекцию производят как минимум на 2 см ниже лобкового симфиза, для того чтобы сетка закрыла бедренный треугольник		
4	Визуализация наружной подвздошной вены и контроль наличия бедренной грыжи		
5	Диссекцию элементов семенного канатика производят до пересечения семявыносящего протока с наружной подвздошной веной		
6	При крупных пахово-мошоночных грыжах дистальную часть грыжевого мешка не выделяют, а отсекают и оставляют в мошонке		
7	При диссекции в области глубокого пахового кольца необходимо определить наличие липомы семенного канатика (она представляет собой разрастание преперитонеальной клетчатки в этой области)		
8	Устанавливаемая сетка всегда должна перекрывать как внутреннее, так и наружное паховое кольцо, а также бедренный треугольник, на 3–4 см		
9	Фиксация сетки не обязательна. Внутреннее паховое кольцо – менее 3 см		
10	При десуффляции необходимо визуализировать правильность расположения сетки, отсутствие дефектов брюшины		

4. Внедрение навигационных систем вспомогательной визуализации и контроля качества этапов операции

Правильное выполнение интраоперационных чекпойнтов можно проводить при помощи навигационной хирургии. Навигация – важный механизм реализации более точного исполнения хирургических элементов и существенный компонент общей хирургической безопасности. Фактически речь идет о дополнительном информационном канале для хирурга, помогающем в принятии хирургических решений (поддержка принятия решений).

В последние годы флуоресцентная навигационная хирургия (ICG-метод) была внедрена в клиническую практику с целью более детальной визуализации анатомических структур. Методика основана на внутривенном или местном введении флуоресцентного вещества (индоцианина зеленого). В инфракрасном свете с определенной длиной волны возможно визуализировать флуоресцентное излучение.

С помощью методики ICG возможно визуализировать внепеченочные желчные протоки (рис. 1). Внедрение метода ICG-флуоресценции во время проведения лапароскопической холецистэктомии позволяет уже до этапа диссекции определить расположение магистральных желчных протоков, особенности индивидуальной анатомии, наличие добавочных протоков, что позволяет получить дополнительные анатомические ориентиры для осуществления оперативного

приема. Флуоресцентная холангиография способна заменить ИОХГ, нивелируя ее недостатки и значительно ускоряя интраоперационную визуализацию, однако необходимы дополнительные исследования для стандартизации метода [6].

Кроме холангиографии ICG-флуоресцентная навигация позволяет получать изображение лимфатической системы и оптимизировать технику лимфодиссекции (рис. 2). Для этого флуоресцент вводится паратуморозно.

При внутривенном введении ICG достигает висцеральных органов в течение 30–45 секунд, что позволяет получить ангиографическое свечение и оценку тканевой перфузии (рис. 3).

В последние годы в качестве метода оценки тканевой перфузии нами внедрена и популяризирована методика визуализирующей фотоплетизмографии (ФПГ). Фотоплетизмография – это оптический метод, при котором обычная видеокамера используется для обнаружения крошечных модуляций, связанных с пульсацией крови в сосудах [7]. Данная методика бесконтактна, чрезвычайно проста и не влияет на гемодинамические процессы в живых органах. Это новый метод, который позволяет улавливать сигналы сердечно-сосудистой системы во внешних слоях органов (рис. 4).

Нами было продемонстрировано, что количественная оценка перфузии крови с помощью ФПГ хорошо согласуется с оценкой, полученной с помощью

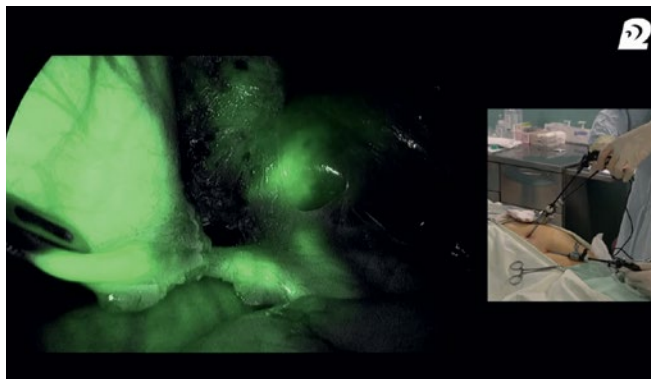


Рис. 1. Этап лапароскопической холецистэктомии. Интраоперационная ICG-флуоресцентная холангиография. Визуализируется желчный пузырь (тракция за карман Гартмана), пузырьный и общий печеночный протоки



Рис. 2. Этап лапароскопической резекции сигмовидной кишки. Зеленое свечение демонстрирует анатомию регионарной системы лимфооттока. ICG введен паратуморозно

ICG-флуоресцентной визуализации во всех исследуемых хирургических случаях [8] (рис. 5). ФПГ может стать объективной системой количественного мониторинга перфузии тканей в операционной благодаря своей простоте, низкой стоимости и отсутствию необходимости в инъекциях каких-либо агентов.

Операции в условиях смешанной реальности

На первом этапе совершенствования взаимодействия хирургической и лучевой служб формируется правильная культура междисциплинарного подхода. На втором этапе диагностический этап перемещается в операционную и совмещается по времени с хирургическим вмешательством в виде смешанной реальности. Это позволяет проводить выполнение чекпойнтов на более высоком безопасном уровне. На рисунке 6 представлен пример операции при местнораспространенной опухоли головки поджелудочной железы с признаками вовлечения мезентерикопортального ствола.

Смешанная реальность позволяет хирургу контролировать структуры, подкрашенные различ-

ными цветами. Во время операции у хирурга есть возможность изменять прозрачность виртуального изображения, выбирать для демонстрации анатомические структуры (только сосуды или только опухоль и т. д.).

Важно подчеркнуть, что все системы навигационной хирургии, включая операции с дополненной реальностью, являются системами безопасности второй линии и дополняют систему стандартизации этапов операции.

Заключение

В работе представлен новый методологический подход к развитию концепции безопасной хирургии. Каждая операция разделяется на ключевые чекпойнты, которые должен пройти хирург во время вмешательства. Исполнение ключевых чекпойнтов может быть оценено количественно, что позволяет объективизировать как качество, так и безопасность оперативной техники. Для оптимизации исполнения чекпойнтов возможно дополнительное использование навигационной



Рис. 3. ICG-флуоресцентная перфузия во время экстракорпорального этапа левосторонней колоректальной резекции. Индоцианин зеленый введен внутривенно. Определяется четкая демаркация хорошей перфузии толстой кишки (зеленый цвет) и плохой (красный цвет)



Рис. 4. Экстракорпоральный этап лапароскопической колоректальной резекции. Установка системы для оценки перфузии кишки методом фотоплетизмографии

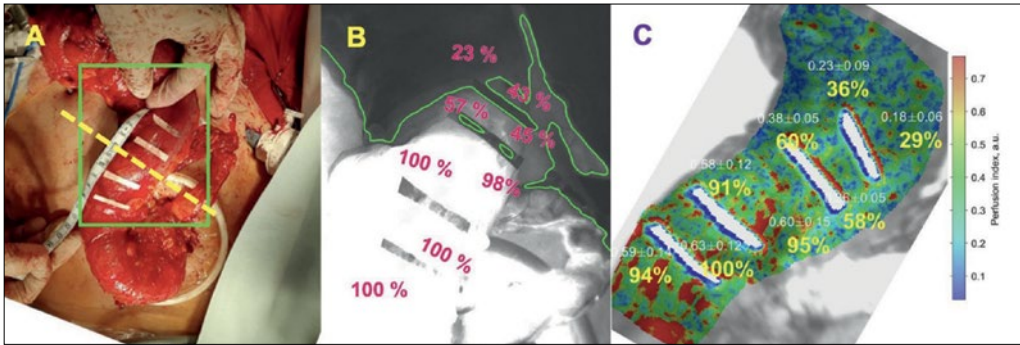


Рис. 5. Двойной количественный контроль перфузии тканей кишки во время экстракорпорального этапа лапароскопической резекции сигмовидной кишки (А): ICG-флуоресценция (В) и iPPG-фотоплетизмография (С). Желтый пунктир на рисунке А – предполагаемая линия пересечения

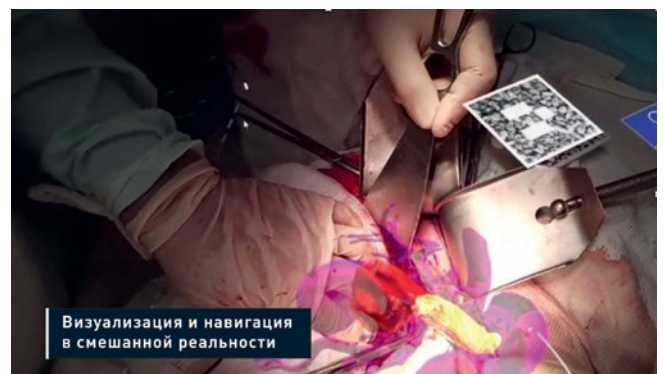


Рис. 6. Дополненная реальность в открытой хирургии поджелудочной железы. Большая опухоль головки (красный цвет) поджелудочной железы (желтый цвет – тело и хвост). Сосуды подкрашены в фиолетовый цвет

хирургии, которая представляет собой дополнительный информационный канал для поддержки принятия решений. Несомненно, что согласование всех чекпойнтов и навигационных технологий должно проводиться в тесном сотрудничестве

с профессиональными сообществами и в последующем, после доказательств эффективности подхода в проспективных рандомизированных исследованиях, находить отражение в клинических рекомендациях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Cardiovascular assessment by imaging photoplethysmography – a review / S. Zauneder, A. Trumpp, D. Wedekind [et al.] // Biomed. Tech. (Berl.). – 2018. – Vol. 63 (5). – P. 617–634. – URL: <https://doi.org/10.1515/bmt-2017-0119>
2. Intraoperative visualization and quantitative assessment of tissue perfusion by imaging photoplethysmography: comparison with ICG fluorescence angiography / V. A. Kashchenko, V. V. Zaytsev, V. A. Ratnikov [et al.] // Biomed. Opt. Express. – 2022. – Vol. 13 (7). – P. 3954–3966. – URL: <https://doi.org/10.1364/BOE.462694>
3. Mori T., Kimura K., Kitajima M. Skill accreditation system for laparoscopic gastroenterologic surgeons in Japan // Minimally Invasive Therapy. – 2010. – Vol. 19 (1). – P. 18–23. – URL: <https://doi.org/10.3109/13645700903492969>
4. Results of the Tokyo Consensus Meeting Tokyo Guidelines / T. Mayumi, T. Takada, Y. Kawarada [et al.] // J. Hepatobiliary Pancreat. Surg. – 2007. – Vol. 14 (1). – P. 114–121.
5. Strasberg S. M., Hertl M., Soper N. J. An analysis of the problem of biliary injury during laparoscopic cholecystectomy // J. Am. Coll. Surg. – 1995. – Vol. 180 (1). – P. 101–125.
6. Ten golden rules for a safe MIS inguinal hernia repair using a new anatomical concept as a guide / C. Christiano, F. Marcelo, M. Flavio [et al.] // Surg. Endosc. – 2020. – Vol. 34 (4). – P. 1458–1464. – URL: <https://doi.org/10.1007/s00464-020-07449-z>. Epub 2020 Feb 19
7. The effect of the WHO Surgical Safety Checklist on complication rate and communication / A. Fudickar, K. Hörle, J. Wiltfang [et al.] // Dtsch Arztebl. Int. – 2012. – Vol. 109 (42). – P. 695–701. – URL: <https://doi.org/10.3238/arztebl.2012.0695>
8. The safe performance of robotic gastrectomy by second-generation surgeons meeting the operating surgeon's criteria in the Japan Society for Endoscopic Surgery guidelines / S. Shibasaki, K. Suda, S. Kadoya [et al.] // Asian J. Endosc. Surg. – 2022. – Vol. 15 (1). – P. 70–81. – URL: <https://doi.org/10.1111/ases.12967>

РАСПРОСТРАНЕННЫЙ ГНОЙНЫЙ ПЕРИТОНИТ: ПОИСКИ ТОЧЕК ОПОРЫ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЛЕЧЕНИЯ

¹С. С. Маскин, ²А. М. Карсанов, ¹Т. В. Дербенцева, ¹В. В. Александров, ¹М. И. Пароваткин
¹ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет» Минздрава России
²ФГБОУ ВО «Северо-Осетинская государственная медицинская академия» Минздрава России

¹S. S. Maskin, ²A. M. Karsanov, ¹T. V. Derbentseva, ¹V. V. Aleksandrov, ¹M. I. Parovatkina
**DIFFUSE PURULENT PERITONITIS: SEARCHING FOR FOCUS
TO IMPROVE THE SAFETY OF TREATMENT**

¹Volgograd State Medical University of the Ministry of Health of Russia
²North-Ossetian State Medical Academy of the Ministry of Health of Russia

РЕФЕРАТ. Оказание хирургической помощи пациентам с распространенным гнойным перитонитом и абдоминальным сепсисом – априори трудная клиническая задача, поскольку системный вариант внутрибрюшной инфекции отличается сложностью патогенеза, гетерогенностью бактериальной альтерации брюшной полости и отсутствием стандартизации методов диагностики и лечения. Поскольку сейчас мало пытаются вернуть исходное здоровье каждому пациенту, надо этого добиться с минимумом рисков побочных эффектов от агрессивных и, соответственно, не всегда безопасных тактических подходов. Данный обзор литературы посвящен поиску своего рода клинико-физиологических и тактических «точек опоры» для повышения качества и безопасности лечения данной категории пациентов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: хирургия, перитонит, абдоминальный сепсис, безопасность пациентов, качество лечения.

SUMMARY. Providing surgical care to patients with diffuse purulent peritonitis and abdominal sepsis is a priori a difficult clinical task, since the systemic variant of intra-abdominal infection is characterized by the complexity of pathogenesis, heterogeneity of bacterial alteration of the abdominal cavity, and the lack of standardization of diagnostic and treatment methods. Since now it is not enough to try to restore the initial health of each patient, this must be achieved with a minimum of risks of side effects from aggressive and, accordingly, not always safe tactical approaches. This review of the literature is devoted to the search for a kind of clinical, physiological and tactical “support points” to improve the quality and safety of treatment for this category of patients.

KEY WORDS: surgery, peritonitis, abdominal sepsis, patient safety, quality of treatment.

Введение

Принципы оценки готовности медицинской организации к оказанию качественной медицинской помощи, а хирургической – особенно, высокотехнологичной и высокорисковой по определению, предполагают обязательность создания достаточной структуры хирургической службы, налаживание прогрессивных клинических процессов и обеспечение высокой требовательности к наилучшему результату лечения [5].

Одной из наиболее сложных задач мировой хирургии является проблема качественного улучшения результатов лечения пациентов с распространенным гнойным перитонитом (РГП) [1]. Лечение РГП и абдоминального сепсиса (АС) является одной из самых сложных и трудноразрешимых проблем неотложной абдоминальной хирургии. РГП представляет собой тяжелый вариант осложненной интраабдоминальной инфекции (ИАИ) и является жизнеугрожающим продолжением/последствием большинства острых хирургических заболеваний органов брюшной полости [1].

Несмотря на все достижения клинической медицины, эта патология сопровождается неумолимо вы-

сокими цифрами послеоперационных осложнений и летальности без тенденции к снижению на протяжении последних нескольких десятилетий. Послеоперационная летальность при РГП составляет 15,1–18,0%, а при развитии септического шока (СШ) летальность достигает 70–80% [1, 2].

Проблема АС выглядит еще сложнее, чем при сепсисе других этиологий, ведь для корректной трактовки и, главное, лечения необходимо наличие большого спектра доказательных данных, посвященных оценке физиологических нарушений и способов их коррекции, верификации очага инфекции в брюшной полости и его радикального устранения [1, 2, 3, 6, 12]. Это достаточно красноречиво иллюстрирует современная мировая статистика по данным ургентной патологии, согласно которой частота полиорганной недостаточности и СШ среди пациентов с осложненной ИАИ в Европе и мире составляет 13,1% и 14,2% соответственно [26].

Достижения современной хирургии перитонита и АС позволили рассуждать не только о спасении пациента, но и об улучшении качества жизни как в раннем, так и в позднем послеоперационном пери-

оде. Для пациентов, успешно покинувших больницу после лечения с диагнозом «сепсис», проблемы не заканчиваются. Среди популяции таких больных очень высока вероятность повторной госпитализации с новой манифестацией инфекционного процесса [20]. Оценивая качество жизни среди пациентов, переживших сепсис, в качестве важных последствий были признаны: психологические нарушения, повышенная утомляемость, снижение толерантности к физической нагрузке, нарушение общей адаптации к ежедневному трудовому режиму, когнитивные нарушения, стойкое занижение самооценки и ощущение недостаточного контроля над своей жизнью [17].

Эпидемиологические феномены системного воспаления

Когда речь идет о сепсисе, следует признать, что в широком понимании этот синдром – особая область современной медицинской науки, и особенно практики, закономерности развития которой, а тем более технологии лечения, имеют целый ряд неразрешенных противоречий [9, 24]. Высокая социальная значимость и многогранность изучения проблемы сепсиса не позволяют игнорировать такие важные основы для всестороннего понимания проблемы, как современная эпидемиология синдрома системного воспалительного ответа (ССВО) и генерализованной инфекции с органной несостоятельностью [9, 14, 27].

Частота выявления сепсиса в разных частях мира не просто существенно отличается, но и имеет полярную по интенсивности тенденцию к росту в различных странах [14, 27]. Так, в США, стране, где учет и медицинская статистика возведены в ранг одной из национальных идей в области здравоохранения, частота выявления сепсиса за каждое десятилетие удваивается [19, 24], а доля септических пациентов в структуре госпитальной летальности достигает 17%. В Италии 30% пациентов с инфекцией получают лечение в условиях отделений реанимации и интенсивной терапии, а общий уровень госпитальной летальности среди пациентов с сепсисом составил 33,6% [16].

Отдельного внимания заслуживает септический синдром, осложнивший госпитальный период лечения разных категорий пациентов – нозокомиальный сепсис. Так, у пациентов с сочетанной травмой в случае возникновения сепсиса летальность возрастает на более чем 20%. При развитии нозокомиального сепсиса госпитальная смертность достигает 23–28% [19].

Среди основных и давних проблем четкого понимания современной эпидемиологии системных форм воспаления в мире являются:

- в странах с низким уровнем социально-экономического развития регистрация случаев сепсиса не просто некорректна, а артефактна, что привело к тому, что оценка общемировых тенденций в распространенности и детализации проявлений септического синдрома строится на изучении его закономерностей преимущественно в странах с высоким уровнем организации здравоохранения;

- значительные затруднения по-прежнему основаны на регистрации разной степени выраженности ССВО и неоднозначности констатации полиорганной недостаточности в мире;

- не преодолены глобальные проблемы с использованием результативных биомаркеров для дифференциации инфекционного и неинфекционного генеза системного воспалительного ответа и полиорганной недостаточности;

- один, хотя и очень значительный по разрушительному действию на результат согласованных усилий медицинского сообщества по формированию научного понимания истинного распространения сепсиса в мире, почти объективный фактор – это выраженная гетерогенность популяции пациентов с сепсисом.

В результате приходится признать, что каждая из генерализованных форм воспаления любой этиологии является сложным, «многоликим», трудно регистрируемым клиническим феноменом, а точнее, синдромом. Его абдоминальные формы – это не просто специфическое отражение общих для сепсиса закономерностей, а особая форма локальной и системной хирургической инфекции.

Современная дефиниция сепсиса

Только после согласованного в глобальном масштабе единого понимания терминологии, классификации и принципов диагностики, что было осуществлено 31 год назад по итогам Согласительной конференции ACCP/SCCV (1991) в Чикаго, в мире начал реализовываться системный подход к решению проблемы сепсиса. Суть предложенных рекомендаций состояла в том, что в практику вводились конкретные дефинитивные категории генерализованной инфекции: ССВО, сепсис, тяжелый сепсис, СШ [11].

Положения ACCP/SCCV (1991) были предложены на 10-летний период с их критическим анализом и при необходимости пересмотром на уровне мирового консенсуса. Это было осуществлено в 2001 году, когда критерии ССВО были признаны специалистами низкоспецифичными, однако для того, чтобы предложить им адекватную альтернативу, на тот момент достаточных аргументов не было представлено. Однако были предложены расширенные клинико-лабораторные критерии сепсиса. Среди них следует особо выделить: признание значимости гипергликемии ($>7,7$ ммоль/л) в отсутствие сахарного диабета, признаков нарушения сознания, гиперлактатемии >1 ммоль/л, острой олигурии $<0,5$ мл/кг/ч, креатининемии >44 мкмоль/л, нарушения коагуляции (АЧТВ >60 сек. или МНО $>1,5$), тромбоцитопении $<100 \times 10^9$ /л, гипербилирубинемии >70 ммоль/л и пареза кишечника [11].

Соблюдая хронологию важнейших событий в развитии учения о сепсисе, следует выделить рекомендации третьей редакции международной программы Surviving Sepsis Campaign (SSC-2012). В итоговом документе SSC-2012, особенно при неустановленном инфекционном очаге, экспертами было рекомендовано использовать на практике расширенные

клинико-лабораторные критерии сепсиса, что в достаточной очевидной форме свидетельствовало об их готовности признавать сепсис не только при наличии очага инфекции и критериев ССВО, а и при обязательном наличии признаков органной дисфункции и тканевой гипоперфузии [11].

За четверть века опыт использования критериев ACCP/SCCV (1991) позволил сформировать ряд безусловных трендов того времени, важнейший из которых утверждает, что термин «сепсис» следует применять только в ситуациях, когда системный воспалительный ответ «клинически выражен», что подразумевает его применение только на стадии формирования глобального дефицита перфузии и клинически выраженных органных повреждений.

Важным и логичным итогом 25-летнего клинического использования критериев ACCP/SCCV (1991) стала публикация рекомендаций 3-го международного консенсуса [27] определений для сепсиса и СШ («Сепсис-3») в феврале 2016 года, согласно которым вместо принятых ранее категорий генерализованной инфекции предлагается использовать только две: сепсис и СШ. Под сепсисом следует понимать угрожающую жизни дисфункцию органов, вследствие чрезмерной реакции ответа организма на инфекцию, ключевым компонентом которой является то, что ответ организма повреждает его же собственные органы и ткани.

В свете взглядов, доминировавших более двух десятилетий, рабочей группой было признано, что концепция сепсиса как инфекции не менее чем с двумя признаками ССВО, избыточно фокусируется на воспалительном ответе. Иными словами, критерии ССВО, применяемые для идентификации сепсиса ранее, признаны рабочей группой «Сепсис-3» бесполезными [27], поскольку эти критерии отображают специфический ответ организма на угрозу в виде инфекции или других причин альтерации, но не указывают на нарушения регуляции, приводящие к опасным для жизни реакциям.

Признание безусловного приоритета за обязательной органной дисфункцией при сепсисе как проявления негомеостатического ответа хозяина на инфекцию, а также того, что критерии ССВО (два и более) отражают лишь особенности реакции организма на инфекцию, есть квинтэссенция и итог 25-летнего опыта развития концепции сепсиса [27].

Специфичность проблемы абдоминального сепсиса

В теорию патогенеза перитонита привносятся все новые значимые дополнения. По мнению многих клиницистов, особое значение имеет развитие таких синдромов, как системная воспалительная реакция, энтеральная недостаточность, внутрибрюшная гипертензия, эндотелиальная дисфункция, окислительный стресс [1, 3, 10, 12].

В настоящее время важными считаются такие составляющие патогенеза РГП, определяющие его

течение и исход, как неспособность макроорганизма отграничить и локализовать гнойно-воспалительный процесс вблизи его источника, активная выработка медиаторов воспаления и всасывание их вместе с токсинами в кровь, выброс цитокинов в системный кровоток и поражение эндотелия сосудов, присоединение энтеральной недостаточности и повышение интраабдоминального давления, прогрессирование ССВО, АС и СПОН [1, 3, 10, 12]. На современном этапе стратегический подход к лечению пациентов с РГП определяется в рамках широкого понимания «осложненной интраабдоминальной инфекции», которая чаще возникает вторично, а наиболее тяжелые ее формы составляют понятие «АС».

Основу патогенеза АС составляет развитие таких факторов, как нарушение барьерной функции эпителия слизистой оболочки тонкой кишки, активная транслокация микроорганизмов из просвета желудочно-кишечного тракта в брюшную полость и портальный кровоток, нарушение ретикулоэндотелиального барьера печени, прорыв инфекционно-токсических факторов в кровеносную систему с развитием СШ и мультиорганной дисфункции [10, 12].

Доля РГП в общей структуре вторичного перитонита достигает 21% с общей частотой разнообразных осложнений до 68,0% [17]. Результаты крупномасштабного общемирового исследования the CIAOW study показали, что распространенный характер перитонита имел место в 43,6%, остальные случаи (56,4%) были классифицированы как локальные инфекции.

При РГП по-прежнему сохраняется неоднозначность в определении дифференциальных критериев локальной инфекции и АС, поскольку отсутствует у представителей различных хирургических школ единое понимание патогенетических механизмов формирования системной альтерации при ИАИ [17]. На наш взгляд, именно поэтому пока не решена задача по своевременной диагностике и созданию оптимальной лечебной концепции при РГП, учитывающая зависимость клинической ситуации от различных первичных заболеваний и травм органов брюшной полости, а также от условий (внебольничных и нозокомиальных) ее возникновения.

К сожалению, хирургическая тактика при РГП не достаточно четко дифференцирована в зависимости от характера локального либо системного пути развития воспаления, а, как показывает практика, на современном этапе выбор эффективной лечебной программы при абдоминальной катастрофе уже невозможен без учета этих факторов. Бесспорно, успешное лечение больных с осложненной ИАИ базируется на своевременной верификации и точной топической локализации гнойно-деструктивного процесса в брюшной полости.

Однако в целом ряде случаев, в первую очередь у пациентов, находящихся в критических состояниях, клиническая диагностика ненадежна и затруднена из-за сочетанной травмы, шока, дыхательной недостаточности, бессознательного состояния или дру-

гих сопутствующих заболеваний. Именно в таких ситуациях остается высокой частота диагностических ошибок, приводящих к выполнению напрасных или неоправданно запоздалых оперативных вмешательств, с соответствующим увеличением числа осложнений.

В мире отмечен безусловный прогресс в развитии систем медицинской визуализации при ИАИ, в том числе и с лечебно-навигационными целями. С позиций доказательной медицины есть уже все основания постулировать, что визуализационные технологии и базирующееся на их использовании малоинвазивное лечение являются методами выбора при целом ряде ИАИ [26]. Расширяется и становится доминирующей практика использования видеолапароскопических технологий [1]. Достигнуты определенные успехи в оптимизации стратегии и совершенствовании тактики использования антимикробной химиотерапии и интенсивной терапии критических септических больных с ИАИ.

Отдельную, чрезвычайно интересную, сложную и комплексную проблему представляет вторичный РГП и каловый перитонит, возникший вследствие заболеваний и травм толстой кишки. Несмотря на все достижения современной хирургии, интенсивной терапии и клинической фармакологии, именно толстокишечный генез ИАИ является одним из основных факторов неудовлетворительного прогноза. В подобных ситуациях летальность при АС редко удается снизить ниже 30%.

К основным факторам неблагоприятного прогноза лечения пациентов с ИАИ относятся:

- исходная коморбидность пациентов, которая в своем большинстве характерна для лиц пожилого и старческого возраста;
- нутритивный дефицит;
- трудности прогнозирования иммунных реакций и выбора терапии при разных по этиологии вариантах РГП;
- органная недостаточность и развитие СШ;
- высокая степень ранней контаминации с ассоциациями высокопатогенной микрофлоры;
- невозможность адекватного хирургического контроля в каждом случае РГП;
- развитие синдрома интраабдоминальной гипертензии;
- высокий риск инфицирования внутрибольничными патогенами, особенно при необходимости в релапаротомии либо лапаростомии;
- необходимость коррекции синдрома энтеральной недостаточности;
- персистирующее течение РГП и риск третичного перитонита.

Значение последнего обстоятельства трудно переоценить, поскольку при длительном, затяжном течении ИАИ характерным является формирование третичного перитонита, что само по себе повышает риск летальности до 50–64% [1, 26].

Стадии синдрома энтеральной недостаточности [8]:

I стадия – угнетение моторики без нарушения всасывания;

II стадия – резкое нарушение всасывания жидкости и газов, растяжение кишки, венозный стаз, размножение микрофлоры с колонизацией проксимальных участков;

III стадия – нарушение микроциркуляции и отек стенки кишки, транслокация токсинов и микробов в кровь, лимфу, брюшную полость, метаболические расстройства. Клиническим выражением этой стадии синдрома являются АС и СПОН.

Логика формирования современного диагноза РГП должна учитывать не только характеристику первичного заболевания брюшной полости, объем и выраженность распространенности локальной бактериальной альтерации, но и отражать тяжесть течения ИАИ согласно критериям локального либо системного пути развития инфекционного процесса.

Так перитонит без сепсиса на момент его выявления не должен иметь органно-системных нарушений. Для такой формы внутрибрюшного воспаления допустимо лишь возникновение так называемой дисфункции одного органа/системы, купируемой комплексом лечебных мероприятий: однократной санацией источника РГП, адекватной антибактериальной, системной и адъювантной терапией.

Появление кишечной дисфункции (в виде нарушения моторной функции) должно являться наиболее ранним из проявлений формирующегося каскада поражения жизненно важных систем организма пациента. Трактовать такое состояние следует как энтеральную недостаточность I стадии. Для гнойного перитонита с АС, помимо общепринятой констатации оценки на уровне 2 и более баллов по шкале SOFA, должно быть характерно присутствие энтеральной недостаточности II–III стадий.

АС, являясь второй причиной госпитальной летальности в ряду других источников сепсиса, предъявляет особые требования к местнонаправленным способам хирургического контроля источника ИАИ и синдрома интраабдоминальной гипертензии. Топография зон бактериальной альтерации при РГП чрезвычайно сложна для выполнения «идеального» хирургического вмешательства, ввиду чего источник инфекции не всегда может быть радикально ликвидирован в один этап.

В настоящее время существует три способа ведения пациентов с РГП и АС после первичной лапаротомии [1, 10, 26]:

- лапаростомия с непрерывной вакуумной аспирацией;
- программируемая (плановая) санация брюшной полости;
- релапаротомия по требованию.

Открытое ведение живота может привести к дополнительным осложнениям, включая вторичное инфицирование, формирование свищей.

Временное закрытие живота возможно при помощи адгезивных мембран, рассасывающихся

и неабсорбируемых сеток с использованием негативного давления.

Использование отрицательного давления в последние годы позволило расширить когорту больных, которым было результативно применено открытое ведение живота. Преимущество этого метода – в ликвидации абдоминальной гипертензии, что способствует нормализации дыхательной, сердечно-сосудистой и нервной систем.

При сравнении результатов лечения больных с открытым животом и релапаротомией по требованию летальность была существенно выше в группе больных с открытым ведением живота – 55 и 30% [25]. Однако трудности диагностики послеоперационных интраабдоминальных осложнений и обусловленные этим задержки повторного вмешательства определяют все еще высокую частоту неудовлетворительных результатов лечения ИАИ при выборе закрытого ведения брюшной полости.

Активная дифференцированная тактика обеспечения хирургического контроля над источником РГП, основанная на приоритетном выполнении программированной релапаротомии, позволяет добиться снижения частоты осложнений и летальности в первую очередь у больных с АС [10].

Оценка тяжести состояния пациентов с интраабдоминальной инфекцией

Понимание сути обеспечения безопасности хирургических пациентов как комплекса мероприятий и клинических действий, направленных на предотвращение и минимизацию негативных последствий лечения, диктует необходимость формировать знания о безопасности в хирургии, навыки и общекорпоративную культуру персонала на основе системной связи множества практических действий [5]. Именно попытки базировать обеспечение клинической безопасности на основе патогенеза рассматриваемого заболевания и клинической физиологии его течения у конкретного пациента привели нас к осознанной необходимости выбора тактики лечения пациентов с осложненной ИАИ на основе четко установленных критериев локального либо системного пути развития хирургической инфекции [5].

Для решения подобных клинических задач, помимо совершенствования принципов раннего выявления своевременного применения оптимальных лечебных технологий, имеет большое значение совершенствование диагностических и прогностических инструментов и интегральных подходов тяжести состояния больных с локальными и генерализованными формами ИАИ [1].

На данный момент из продуктов национальных хирургических школ следует рассматривать систему оценки степени интоксикации при перитоните, предложенную академиком В. К. Гостищевым и профессором В. П. Сажиним [3], и определение индекса брюшной полости (ИБП), разработанного коллективом хирургов под руководством академика В. С. Савелье-

ва [7]. Полученные в клинике результаты позволяют констатировать, что использование ИБП дает возможность детализировать степень поражения органов брюшной полости и достоверно прогнозировать исход заболевания у больных распространенным перитонитом. Значения ИБП можно использовать для уточнения показаний к выбору тактики ведения больного перитонитом в режиме релапаротомии «по требованию» или «по программе» [7].

Зарубежные коллеги с успехом используют: Маннгеймский перитонеальный индекс (Mannheim Peritonitis Index Score) (МПИ) [18], разработанный Н. Wacha и М. М. Linder [21], перитонеальный индекс Altona (PIA) и его усовершенствованный вариант PIA II [28], прогностический индекс релапаротомий [23] и другие шкалы оценки физиологического состояния пациентов.

МПИ на протяжении всего периода с момента его внедрения демонстрирует высокие уровни чувствительности и специфичности при прогрессировании РГП и прогнозировании риска смертности [21]. Так, М. Kologlu и соавт. [28] при оценке динамики лечения пациентов с вторичным и послеоперационным перитонитами получили результаты, позволяющие с одинаковой эффективностью прогнозировать исход в зависимости от повышения показателя МПИ и снижения индекса PIA II, что в итоге реализовалось в летальность на уровне 17,8% при внебольничном перитоните и достигло 33,3% смертности – при послеоперационном ($p = 0,0018$).

Параллельный монофакторный анализ использования различных шкал показал, что достоверный рост фатальных исходов был обусловлен возрастом пациентов старше 50 лет ($p = 0,015$), развитием полиорганной недостаточности ($p = 0,0001$), толстокишечной этиологией АС ($p = 0,002$) и РГП ($p = 0,0001$). При избранных пороговых значениях МПИ: <15, 16–25 и >25, летальность составила: 0%, 21,4% и 78,6% соответственно [13]. Близко результативная корреляция между оценками по МПИ и шкале SOFA была получена при толстокишечных и высококонтаминированных формах РГП [15].

Оценка патологического процесса и общего состояния проводится по шкалам APACHE II или SAPS II [1, 10, 11]. Преобладающей в практическом применении в настоящее время является шкала SOFA (Sepsis Related (sequential) organ failure assessment), которая позволяет определить в количественном выражении тяжесть органно-системных нарушений и используется со шкалой комы Глазго. Шкала SOFA на сегодняшний день имеет наиболее полноценное клиническое подтверждение информационной значимости при минимуме составляющих параметров. Для скрининга пациентов с подозрением на сепсис, не находящихся в ОПИТ, предложена «экономная» модель шкалы SOFA, или qSOFA (quick/быстрая SOFA). Присутствие хотя бы двух из трех критериев qSOFA является высокозначимым предиктором неблагоприятного исхода и требует

перевода пациента для дальнейшего лечения в отделение интенсивной терапии.

Результаты российского многоцентрового исследования РИСЭС [4] с использованием шкалы qSOFA в диагностике сепсиса с анализом 812 ИПК показали следующие данные: в диагностике сепсиса с позиции критериев «Сепсис-3» для значения по шкале qSOFA ≥ 1 баллу чувствительность и специфичность составили 80,8 и 46,8%, а для qSOFA ≥ 2 баллам – 51,6 и 75,6% соответственно. Наиболее оптимальное сочетание чувствительности и специфичности для шкалы qSOFA получено для количества баллов ≥ 1 , при этом данная модель является низкоспецифичной, что может привести к большому количеству ложноположительных диагнозов и, как следствие, к повышению агрессивности терапии и неоправданной госпитализации пациентов в ОПИТ. Для повышения диагностической специфичности шкалы qSOFA рекомендуют выполнять измерение уровня прокальцитонина или С-реактивного белка крови при наличии по крайней мере 1 балла по шкале qSOFA [4].

Шкала PIPAS, по данным обсервационного исследования WSES [22], продемонстрировала высокую точность для определения тяжести перитонита и раннего прогнозирования АС. С помощью многопараметрической логистической регрессии были определены независимые переменные, связанные с госпитальной смертностью: возраст >80 лет, злокачественные новообразования, тяжелые сердечно-сосудистые заболевания, тяжелые хронические заболевания почек, частота дыхания ≥ 22 вдохам/мин., систолическое артериальное давление <100 мм рт. ст., шкала реактивности AVPU (голос и без ответа), уровень насыщения крови кислородом (SpO_2) $<90\%$ в воздухе, количество тромбоцитов $<50\ 000$ клеток/ $мм^3$ и лактат >4 ммоль/л. Эти переменные были использованы для создания шкалы тяжести PIPAS, шкалы раннего предупреждения у постели больного с острым перитонитом.

Данное всемирное многоцентровое обсервационное исследование проводилось в 153 хирургических отделениях из 56 стран в течение 4-месячного периода исследования (1 февраля 2018 года – 31 мая 2018 года). В ходе исследования было собрано 3137 пациентов из 153 больниц мира. Статистический анализ показывает, что шкала PIPAS Severity Score позволяет очень хорошо отличать отношение числа умерших к числу переболевших и выздоровевших. Общая смертность составила 2,9% для пациентов с баллами 0 и 1; 22,7% для пациентов с баллами 2 и 3; 46,8% для пациентов с баллами 4 и 5

и 86,7% для пациентов с баллами 7 и 8. Исследование PIPAS имеет сильные стороны и ограничения. Это обсервационное многоцентровое исследование с участием большого, но, вероятно, нерепрезентативного числа больниц по всему миру, поскольку большинство пациентов были собраны в странах, принадлежащих Европейскому региону ВОЗ. Более того, достоверность этого исследования необходимо проверить в будущих крупных проспективных сериях, прежде чем шкала PIPAS Severity Score может стать основой для будущей базы данных и широкого сравнения результатов лечения пациентов.

Заключение

Современный этап изучения клинических аспектов РГП и АС характеризуется целым рядом далеких от своего решения проблем. Хотя хирургическое сообщество достаточно продвинулось в своем понимании патологической биологии и клинической физиологии осложненной ИАИ, возможности хирургических клиник в различных частях мира по-прежнему ограничены. Это в первую очередь относится к использованию высокочувствительного и достаточно специфичного маркера для дифференцировки, прогноза, а главное – для оценки эффективности лечения, а в случае с ИАИ это означает – для убедительного подтверждения благоприятного пути регресса внутрибрюшного воспаления, а особенно для своевременного установления показаний к повторной операции при прогрессировании бактериальной альтерации. И именно поэтому клиницисты не могут прогнозировать риск раннего развития СПОН.

В наши дни не прекращается поиск современных диагностических и прогностических шкал оценки тяжести состояния больных с РГП и АС, которые могут послужить основой для существенного улучшения качества и безопасности лечения данной, чрезвычайно сложной категории пациентов. И здесь нам видится крайне важным достичь такого уровня научного понимания ключевого звена перехода от локального к системному пути развития внутрибрюшного бактериального воспаления, своего рода патогенетической платформы для создания на широкой стандартизированной основе персонализированного пути решения важных клинических задач. Именно необходимость избавиться от такого методологического недостатка, как избыточная субъективность при выборе показаний к плановой или экстренной релапаротомии, в конечном итоге повысит качество и безопасность хирургического лечения пациентов с АС.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абдоминальная хирургическая инфекция. Российские национальные рекомендации / под ред. Б. Р. Гельфанда, А. И. Кириенко, Н. Н. Хачатрян. – М.: МИА, 2018. – 164 с.
2. Алиев С. А., Алиев Э. С., Зейналов Б. М. Послеоперационные внутрибрюшные осложнения в хирургии рака ободочной кишки, осложненного кишечной непроходимостью и перфорацией опухоли // Вестник хирургии. – 2015. – № 5. – С. 98–104.

3. Гостищев В. К., Сажин В. П., Авдовенко А. Л. Перитонит. – М.: ГЭОТАР-МЕД, 2002. – 240 с.
4. Использование шкалы qSOFA в диагностике сепсиса. Результаты Российского многоцентрового исследования РИСЭС / М. Н. Астафьева, В. А. Руднов, В. В. Кулабухов [и др.] // Вестник анестезиологии и реаниматологии. – 2018. – № 15 (4). – С. 14–22.
5. Критерии интраоперационного контроля безопасности в хирургическом чек-листе. Первый опыт внедрения / В. А. Кашенко, О. В. Куликов, В. А. Ратников [и др.] // Менеджмент качества в медицине. – 2022. – № 2. – С. 72–79.
6. Ларичев А. Б. Снова о сепсисе: философия диалектического единства дефиниции и клинической практики // Хирургия. – 2015. – № 10. – С. 84–87.
7. Оценка тяжести поражения органов брюшной полости при перитоните / В. С. Савельев, Б. Р. Гельфанд, М. И. Филимонов [и др.] // Инфекции в хирургии. – 2013. – № 2. – С. 5–9.
8. Попова Т. С., Тамазишвили Т. Ш., Шестопалова А. Е. Синдром кишечной недостаточности в хирургии. – М.: Медицина, 1991. – 240 с.
9. Руднов В. А., Кулабухов В. В. Сепсис и терагностика. На пути к персонализированной медицине // Вестник анестезиологии и реаниматологии. – 2015. – № 6. – С. 60–67.
10. Сепсис (четверть века поисков) / А. М. Карсанов, В. П. Сажин, С. С. Маскин [и др.]. – Владикавказ: ИП «Цопанова А. Ю.», 2017. – 196 с.
11. Сепсис: классификация, клиничко-диагностическая концепция и лечение. Практическое рук-во / под ред. Б. Р. Гельфанда. – М.: МИА, 2017. – 406 с.
12. Энтеральный дистресс-синдром в хирургии: понятие, патогенез, диагностика / А. П. Власов, В. А. Трофимов, Т. И. Григорьева [и др.] // Хирургия. – 2016. – № 11. – С. 48–53.
13. A prospective study evaluating utility of Mannheim peritonitis index in predicting prognosis of perforation peritonitis / R. Sharma, V. Ranjan, S. Jain [et al.] // J. Nat. Sci. Biol. Med. – 2015. – Vol. 6 (Suppl. 1). – P. 49–52. – URL: <https://doi.org/10.4103/0976-9668.166076>
14. Assessment of global incidence and mortality of hospital-treated sepsis. Current estimates and limitations / C. Fleischmann, A. Scherag, N. K. J. Adhikari [et al.] // Am. J. Respir. Crit. Care Med. – 2016. – Vol. 193 (3). – P. 259–272. – URL: <https://doi.org/10.1164/rccm.201504-0781OC>
15. Colonic perforation due to colorectal cancer: predicting postoperative organ failure with a preoperative scoring system and selecting the optimal surgical method based on the prognosis / H. Sawayama, S. Tomiyasu, K. Kanemitsu [et. al.] // Surg. Today. – 2012. – Vol. 42 (11). – P. 1082–1087. – URL: <https://doi.org/10.1007/s00595-012-0220-y>
16. Community-acquired and healthcare-associated sepsis: characteristics and in-hospital mortality in Italy / G. Di Giuseppe, M. Mitidieri, F. Cantore [et al.] // Antibiotics (Basel). – 2020. – Vol. 9 (5). – P. 263. – URL: <https://doi.org/10.3390/antibiotics9050263>
17. Complicated intra-abdominal infections worldwide: the definitive data of the CIAOW Study / M. Sartelli, F. Catena, L. Ansaloni [et al.] // World J. Emerg. Surg. – 2014. – Vol. 9. – P. 37. – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4039043/>
18. Efficacy of Mannheim peritonitis index (MPI) score in patients with secondary peritonitis / V. A. Muralidhar, C. P. Madhu, S. Sudhir [et al.] // J. Clin. Diagn. Res. – 2014. – Vol. 8 (12). – P. 1–3. – URL: <https://doi.org/10.11138/gchir/2016.37.6.243>
19. Epidemiological characteristics of postoperative sepsis / P. Y. Chen, C. W. Luo, M. H. Chen [et al.] // Open Med (Wars). – 2019. – Vol. 14. – P. 928–938. – URL: <https://doi.org/10.1515/med-2019-0110>
20. Management of abdominal sepsis – a paradigm shift? / A. Leppäniemi, E. J. Kimball, I. De Laet [et al.] // Anaesthesiol. Intensive Ther. – 2015. – Vol. 47 (4). – P. 400–408.
21. Mannheim peritonitis index-prediction of risk of death from peritonitis: Construction of a statistical and validation of an empirically based index / H. Wacha, M. M. Linder, U. Feldman [et al.] // Theor. Surg. – 1987. – Vol. 1 (4). – P. 169–177.
22. Physiological parameters for Prognosis in Abdominal Sepsis (PIPAS) Study: a WSES observational study / M. Sartelli, F. M. Abu-Zidan, F. M. Labricciosa [et al.] // World J. Emerg. Surg. – 2019. – Vol. 14. – P. 34. – URL: <https://doi.org/10.1186/s13017-019-0253-2>
23. Postoperative intra-abdominal sepsis requiring reoperation. Value of a predictive index / J. F. Pusajó, E. Bumaschny, G. R. Doglio [et al.] // Arch. Surg. – 1993. – Vol. 128 (2). – P. 218–222. – URL: <https://doi.org/10.1001/archsurg.1993.01420140095015>
24. Shankar-Hari M., Deutschman C. S., Singer M. Do we need a new definition of sepsis? // Intensive Care Med. – 2015. – Vol. 41 (5). – P. 909–911.
25. Temporary closure of the open abdomen: a systematic review on delayed primary fascial closure in patients with an open abdomen / P. B. Van Hensbroek, J. Wind, M. J. Dijkgraaf [et al.] // World J. Surg. – 2009. – Vol. 33 (2). – P. 199–207. – URL: <https://doi.org/10.1007/s00268-008-9867-3>
26. The management of intra-abdominal infections from a global perspective: 2017 WSES guidelines for management of intra-abdominal infections / M. Sartelli, A. Chichom-Mefire, F. M. Labricciosa [et al.] // World J. Emerg. Surg. – 2017. – Vol. 12. – P. 29. – URL: <https://doi.org/10.1186/s13017-017-0141-6>
27. The third international consensus definitions for sepsis and septic shock (Sepsis-3) / M. Singer, C. S. Deutschman, C. W. Seymour [et al.] // JAMA. – 2016. – Vol. 315 (8). – P. 801–810. – URL: <https://doi.org/10.1001/jama.2016.0287>
28. Validation of MPI and PIA II in two different groups of patients with secondary peritonitis / M. Kologlu, D. Elker, H. Altun [et al.] // Hepatogastroenterology. – 2001. – Vol. 48 (37). – P. 147–151.

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИНТРАОПЕРАЦИОННОЙ ОЦЕНКИ ПЕРФУЗИИ ТКАНЕЙ

¹Д. А. Ведянская, ¹Е. С. Краморов, ^{1,2}В. А. Ратников, ^{1,2}В. А. Кащенко
¹ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»

²ФГБУ «Северо-Западный окружной научно-клинический центр имени Л. Г. Соколова» ФМБА России

¹D. A. Vedyanskaya, ¹E. S. Kramorov, ^{1,2}V. A. Ratnikov, ^{1,2}V. A. Kashchenko

CURRENT METHODS OF INTRAOPERATIVE ASSESSMENT OF TISSUE PERFUSION

¹Saint Petersburg State University

²Sokolov' North-West Regional Scientific and Clinical Center of the Federal Medical and Biological Agency

РЕФЕРАТ. Необходимость в оценке перфузии существует в разных хирургических специальностях. На данный момент не существует стандартного инструмента для оценки перфузии. В данном обзоре изложена информация о современных методах визуализации кровотока, таких как ICG-флуоресцентная визуализация, лазерная спекл-контрастная визуализация, оптическая когерентная томография, гиперспектральная визуализация, инфракрасная термометрия, темнопольная биомикроскопия, лазерная доплеровская флоуметрия и фотоплетизмография. Несмотря на то, что каждый метод визуализации имеет перспективу клинического применения, существуют проблемы, связанные с созданием инструментов для интраоперационного применения и количественной оценки измерений.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: оценка перфузии, ICG-флуоресцентная визуализация, лазерная спекл-контрастная визуализация, оптическая когерентная томография, гиперспектральная визуализация, инфракрасная термометрия, темнопольная биомикроскопия, лазерная доплеровская флоуметрия, фотоплетизмография.

Введение

Оценка перфузии органа является одним из важных этапов операции. В абдоминальной хирургии она необходима для анализа состоятельности анастомоза после резекции. В нейрохирургии также необходимо изучать перфузию после различных операций по восстановлению кровотока. При выполнении кожной пластики необходимо рассмотреть лоскут, в том числе и его перфузию. При онкоурологических операциях визуализация кровотока может увеличить края резекции.

В нынешнее время многие хирургические манипуляции нуждаются в более широкой, чем визуальная оценка, интраоперационной оценке перфузии органа. Однако какого-то стандартного инструмента не создано.

В настоящем обзоре приведено описание таких методов оценки перфузии, как гиперспектральная визуализация, оптическая когерентная томография, лазерная спекл-контрастная визуализация, инфракрасная термометрия, темнопольная биомикроскопия, визуализация с введением индоцианида зеленого и фотоплетизмография.

SUMMARY. Perfusion assessment necessity exists in various surgical specialties. There is currently no standard technique for perfusion assessment. This review provides information on modern methods of blood flow imaging, such as ICG fluorescence imaging, laser speckle contrast imaging, optical coherence tomography, as well as hyperspectral imaging, infrared thermometry, sidestream dark field imaging, laser doppler flowmetry, and photoplethysmography. Although each imaging modality has a clinical application perspective, there are challenges associated with developing techniques for intraoperative use and measurement quantification.

KEY WORDS: perfusion assessment, ICG fluorescence imaging, laser speckle contrast imaging, optical coherence tomography, hyperspectral imaging, infrared thermometry, sidestream dark field imaging, laser doppler flowmetry, photoplethysmography.

ICG-визуализация (indocyanine green imaging)

ICG-визуализация – метод визуализации, основанный на введении индоцианина зеленого и измерении перфузии на основании интенсивности флуоресценции. ICG связывается с белками крови, и флуоресценция визуализируется с помощью видеокамеры в ближнем инфракрасном световом излучении. Метод используется для ангиографической оценки сосудов, расположенных на глубине до 10 мм. Интенсивность флуоресценции индоцианина зеленого не всегда соответствует его концентрации. Она линейно увеличивается с нарастанием концентрации в диапазоне высокого разведения, а после достижения пика интенсивность флуоресценции снижается. Такой феномен получил название «эффект гашения» [2].

Данная методика стала широко применяться в абдоминальной хирургии. Интраоперационное использование методики ICG позволяет снизить частоту несостоятельности анастомозов при операциях по поводу рака желудка, пищевода и толстой кишки.

Недавний систематический обзор показал, что частота несостоятельности анастомоза при эзофагэктомии с интраоперационной оценкой кровотока с помощью методики ICG по поводу рака пищевода составила 6,5%. При ангиографии ICG, свидетельствующей о плохой перфузии, но без изменения уровня анастомоза, процент несостоятельности составлял 47,8%. Авторы приходят к выводу, что, несмотря на многообещающие результаты, необходимо провести более крупные рандомизированные проспективные исследования, чтобы окончательно установить роль ICG-ангиографии в предотвращении несостоятельности анастомоза [6].

В систематических обзорах K. Noma и соавт. (2021) и Y. Kumagai и соавт. (2022) опубликовали правило 30 и 90 секунд, описывающее, что хорошая перфузия означает, что для усиления флуоресценции требуется меньше отведенного времени [27, 63]. Авторы показали, что ангиографическая оценка желудочного кондуита с ICG способствовала уменьшению количества случаев несостоятельности анастомоза до 8,6% (6/71) по сравнению с контрольным случаем без ICG на 21% (60/285) с использованием правила 30 секунд.

В ретроспективном исследовании F. Belia и соавт. (2021) проанализировали результаты 100 операций по поводу рака желудка. Была проведена субъективная оценка с последующей оценкой ICG через 60 секунд после инъекции красителя. Это исследование показало, что разрыв в визуализации между двумя временными точками был полезным предиктором несостоятельности анастомоза [60].

Методика ICG также может быть полезна для навигации по сосудам, поскольку она способна идентифицировать форму и происхождение мелких сосудов, которые могут быть не обнаружены при предоперационных визуализирующих исследованиях.

В недавнем исследовании M. Kim и соавт. (2017) вводили раствор ICG 2,5 мг/мл сразу после перевязки правой желудочно-сальниковой вены во время 20 роботизированных и лапароскопических гастроэктомий [51]. Инфрапилорическая артерия была идентифицирована в 80% случаев с процедурным временем менее одной минуты.

В 2011 году флуоресцентная визуализация была представлена в качестве опции для хирургической системы da Vinci. Эта флуоресцентная технология под названием Firefly® позволяет получать и отображать флуоресцентные сигналы ближнего инфракрасного диапазона, регистрирующиеся совместно с эндоскопическими изображениями в белом свете. В результате хирурги всех специальностей смогли изучить пользу навигации ICG во время робот-ассистированных операций [3].

Первое опубликованное использование интегрированной системы Firefly® было направлено

на повышение безопасности процедур роботизированной частичной нефрэктомии за счет использования оценки перфузии, поскольку более 40% почек имеют аномальное кровоснабжение. Сосуды были четко визуализированы, и было продемонстрировано применение флуоресценции для их селективного пережатия [3].

Флуоресцентная визуализация для подтверждения методов микродиссекции для нулевого времени ишемии во время процедур частичной нефрэктомии была впервые описана в систематическом обзоре M. S. Vorofsky и соавт. (2013), когда 80% пациентов подверглись сверхселективному пережатию [42]. Проспективные исследования показали сокращение времени тепловой ишемии на две минуты при использовании ICG без увеличения положительных хирургических краев или частоты осложнений [3].

Использование ICG для оценки перфузии кишки во время роботизированной колоректальной хирургии в режиме реального времени было впервые опубликовано S. U. Vaе и соавт. (2013), которые сообщили о визуализации левой толстокишечной ветви нижней брыжеечной артерии во всех случаях, а выявление зоны ишемии в прямой кишке помогло хирургу определить дистальный край резекции [32]. Более крупное многоцентровое проспективное клиническое исследование (PILLAR-II, 2015) с использованием лапароскопического оборудования продемонстрировало ревизию точки запланированного пересечения у 8% пациентов после флуоресцентной визуализации и частоту несостоятельности 1,4%, что было ниже, чем в аналогичных когортных сравнительных исследованиях, о которых сообщалось в литературе [46]. Ни у одного из пациентов, перенесших ревизию после флуоресцентной визуализации, не было несостоятельности анастомоза.

При ректальной хирургии с сохранением сфинктера методика ICG помогла определить достаточный запас перфузии у 10% пациентов с риском ишемии в месте анастомоза и снизила скорость несостоятельности анастомоза до 0,8% по сравнению с 5,4% при резекциях, выполненных без флуоресцентной визуализации [62]. Аналогичные результаты были получены в более крупном исследовании с участием 657 пациентов [3, 37].

Методика ICG нашла применение и в оперативной гинекологии. Она не только использовалась для поиска узлов эндометриоза, но и с помощью ICG была произведена оценка васкуляризации кишечника после операции при глубоком инфильтративном эндометриозе для снижения риска кишечных свищей. Что касается доброкачественных гинекологических состояний, отличных от эндометриоза, ICG использовали для оценки сосудистой перфузии вагинальной манжеты после тотальной лапароскопической гистерэктомии. Наконец, в 2022 году K. Nicholson и соавт. попы-

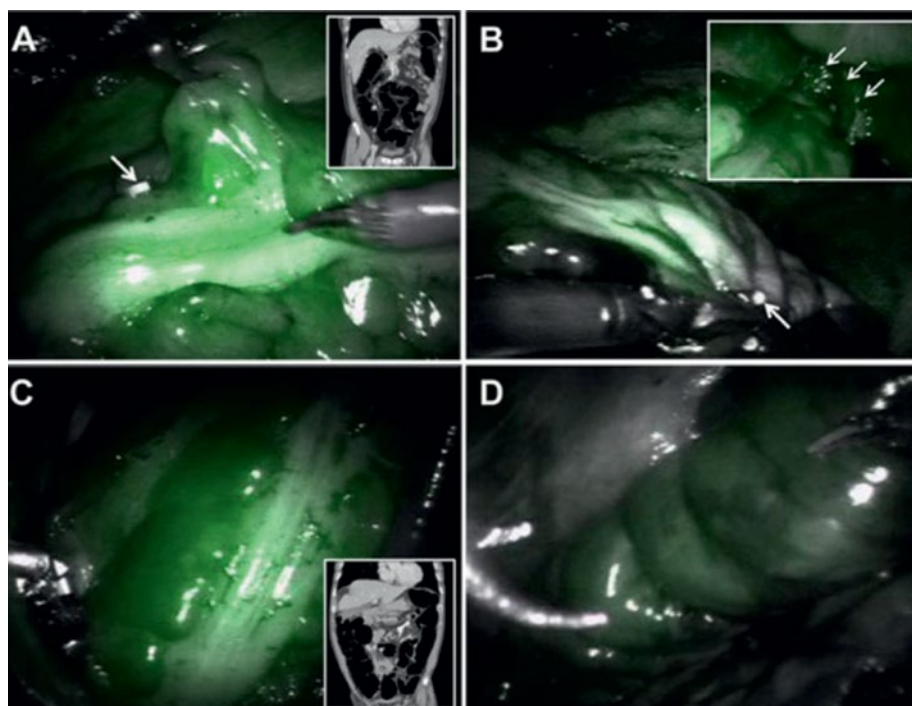


Рис. 1. Флуоресцентные изображения ICG, показывающие состояние кровотока мобилизованной толстой и прямой кишки, прилегающей к месту анастомоза: (A) Место возможного повреждения краевого сосуда было отмечено зажимом (белая стрелка) у пациента с коротким мезоколоном (вставка), что свидетельствует о грамотной перфузии ICG; (B) Проксимальная точка резекции была отмечена зажимом (белая стрелка) у пациентов с врожденным дефицитом краевой артерии, одновременно показывая адекватную перфузию после анастомоза (белые стрелки на вставке); (C) Достаточная перфузия в нисходящей ободочной и сигмовидной кишке были идентифицированы в случае мальротации левой кишки (вставка); (D) Приемлемая перфузия была выявлена у пациента с тяжелым отеком кишечника из-за предоперационного облучения [35]

тались определить возможное использование NIR-ICG у пациента с перекрутом придатков [30]. В частности, его применяли для интраоперационной оценки жизнеспособности тканей после деторсии [13, 61].

Существует также большой потенциал для применения красителя в сочетании с другими молекулами, трассерами или моноклональными антителами, которые способны обнаруживать метастазы и которые могут быть обнаружены несколькими диагностическими инструментами. Такие технологии, как гиперспектральная визуализация и конфокальная лазерная микроскопия, могут хорошо интегрироваться вместе с флуоресцентной визуализацией ICG.

Доступность оборудования и связанные с этим затраты являются основными ограничениями индоцианиновой зеленой флуоресцентной ангиографии. Доза ICG, консенсус относительно определения «плохой перфузии» по оценке ICG – все это еще предстоит решить в больших клинических исследованиях.

Лазерная спекл-контрастная визуализация (laser speckle contrast imaging, LSCI)

При лазерной спекл-контрастной визуализации (ЛСКВ) интересующая область освещается

инфракрасным лазерным излучением. Фазовый сдвиг этого обратно рассеянного света приводит к случайной интерференционной картине – спеклам, которая выглядит как изображение с более темными и светлыми участками. Движущиеся эритроциты в ткани вызывают флуктуации, то есть размытие спекл-структуры на детекторе. Контрастность спеклов – это количественная оценка степени размытия, которая возникает, когда спеклы улавливаются детектором с конечным временем экспозиции, в то время как эритроциты движутся. В областях повышенного движения наблюдается большее размытие спеклов во время экспозиции камеры, что приводит к более низкому пространственному контрасту спеклов в этих областях. Таким образом, более темные области указывают на место с высокой скоростью потока, тогда как в более светлых областях наблюдается меньшая скорость или они являются статическими.

Есть много исследований, посвященных визуализации перфузии желудка, кишечника [9] и печени [39] как на животных моделях, так и клинически с помощью ЛСКВ. Они высоко оценивают возможности данного метода для оценки перфузии разных участков желудка или кишки, что помогло бы избежать несостоятельности анастомоза вследствие ишемии. Однако этот метод требует дальнейших клинических исследований.

Особого внимания заслуживают разработки, направленные на создание лапароскопических инструментов.

В систематическом обзоре С. Zheng и соавт. (2018) продемонстрировали лапароскоп с использованием ЛСКВ. Благодаря применению пары скрещенных поляризаторов им удалось уменьшить зеркальное отражение от ткани, которое значительно снижало контрастность спеклов и качество изображения. Эксперименты *in vivo* иллюстрируют способность созданной системы выделять кровеносные сосуды и определять изменения уровней перфузии до того, как разовьются физические изменения тканей, а также возможность ее использования в условиях минимальной инвазивной хирургии [65].

Ограничением данной системы является небольшая площадь освещения и неравномерное распределение света, не позволяющее сопоставлять потоки крови в разных местах в одной и той же области изображения.

В нейрохирургии ЛСКВ использовалась в экспериментальных моделях по изучению функциональной активности мозгового кровотока.

В систематическом обзоре А. Mangraviti и соавт. (2020) представили систему SurgeON™: неинвазивный модульный инструмент, который передает ЛСКВ высокого разрешения непосредственно на окуляр операционного микроскопа [31]. На доклинических моделях мозга грызунов и кроликов было показано, что эта система позволяет обнаруживать острые изменения перфузии, а также регистрировать временные характеристики реакции и степень изменения кровотока в микроциркуляторном русле. Исследователи сравнили результаты, полученные с помощью ICG и ЛСКВ, так как прибор способен добавлять изображение видеоангиографии ICG. Одним из важных отличий ЛСКВ от ICG считается то, что ЛСКВ является истинным показателем кровотока в определенной области, тогда как ICG оценивает объем крови. Так, например, в животной модели ими было продемонстрировано, что ICG дает более сильный сигнал в крупной вене, чем в артерии, так как в большем сосуде находится большее количество красителя. ЛСКВ же показывает, что в артерии скорость потока сильнее (изображение более темное), чем в вене (изображение светлее).

Хотя ICG широко используется в невровазкулярной хирургии для проверки проходимости сосудов, он может давать ложноположительные результаты из-за неполного выведения красителя из сосудов и из-за трудностей, связанных с интерпретацией различных моделей яркости ICG. В систематическом обзоре А. Mangraviti и соавт. (2020) пришли к выводу, что прямая ЛСКВ может давать больше информации, чем ICG-ангиография,

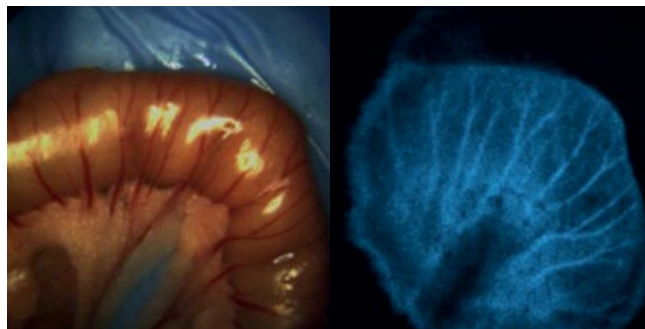


Рис. 2. Снимки тонкой кишки и брыжейки. Справа – изображение, обработанное LSCI с контролем поляризации [65]

и непрерывное отображение данных выгодно для выполнения немедленных корректировок под контролем ЛСКВ в реальном времени.

Одним из факторов, ограничивающих точность измерения изменений кровотока с помощью ЛСКВ, является наличие света, рассеянного от неподвижных элементов ткани. Значения контраста спеклов сильно зависят от времени экспозиции камеры. При очень длительном времени экспозиции у флуктуаций интенсивности спеклов будет недостаточно времени, чтобы полностью размыться. А. В. Parthasarathy и соавт. (2008) разработали первую установку лазерной спекл-визуализации с мультиэкспозицией (MESI) [56]. MESI использует зависимость контраста спеклов от времени экспозиции для извлечения более точных значений времени корреляции спеклов и позволяет точно определять изменения потока даже при наличии статического рассеивающего слоя.

Также есть исследования почечного кровотока с использованием *ex vivo* перфузированных свиных почек в различных моделях ишемии и реперфузии. Эксперименты с локальной реперфузией продемонстрировали высокую корреляцию между ЛСКВ и темнопольной биомикроскопией и артериальным почечным кровотоком, что подчеркивает высокое временное и пространственное разрешение ЛСКВ. Данный метод не только показывает четкое различие между перфузируемыми и неперфузируемыми тканями, но и отслеживает транзиторную ишемию, вызванную введением газов с различными абсорбционными характеристиками, в режиме реального времени. Визуализация почечного кровотока при помощи темнопольной микроскопии утомительна и требует удаления почечной капсулы, что делает ее непригодной для клинической практики, поэтому этот метод уступает ЛСКВ [52].

В офтальмологии ЛСКВ может применяться для оценки кровотока сетчатки [9].

К преимуществам метода относятся то, что он является бесконтактным и не требует введения красителя. В отличие от лазерной доплеровской

флуометрии и темнопольной биомикроскопии, ЛСКВ позволяет получить не точечное, а крупнопольное изображение. Также ЛСКВ можно оценивать изменения в динамике, так как контраст не вымывается со временем, как при ICG [12].

К сожалению, имеются и существенные недостатки метода. К ним относятся артефакты движения, связанные с сердцебиением и пульсацией от внутренних органов. Также, так как ЛСКВ не отслеживает отдельные эритроциты, а получает информацию о потоке из общего явления размытия спеклов, процент гематокрита в крови может потенциально влиять на измерения [31]. Однако эффект может быть незначительным, если нет резкого снижения гематокрита. Большинство исследований связаны с качественными измерениями и очень ограниченной сопоставимостью между пациентами. Для обеспечения сопоставимости между пациентами этим системам требуется либо зона с нулевым потоком в поле зрения, либо строго контролируемая среда [9].

Гиперспектральная визуализация (hyperspectral imaging, HSI)

Гиперспектральная визуализация (ГСВ) – это метод визуализации, который сочетает в себе цифровую фотографию и спектрометрию, создавая трехмерный набор данных – гиперкуб. Он состоит из набора двумерных изображений – пространственных (пространственных координат) в широком и, как правило, непрерывном диапазоне электромагнитного спектра (спектральные координаты). ГСВ – это спектроскопия с пространственным разрешением, позволяющая измерять спектральную характеристику каждого пикселя. Каждый пиксель гиперкуба содержит спектральную кривую [29].

ГСВ измеряет отраженный свет, взаимодействующий с тканью. Когда свет встречается с тканью, возникают сложные взаимодействия света и ткани, такие как поглощение, рассеяние или пропускание. Биологические молекулы демонстрируют отличные поглощающие свойства, а это означает, что методы визуализации со спектральным разрешением могут предсказывать биохимические

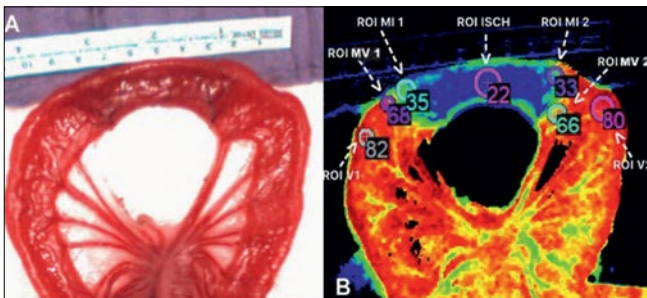


Рис. 3. Снимки тонкой кишки и брыжейки. Слева – цветное изображение, справа – изображение, обработанное с помощью методики HSI

особенности путем измерения количества ослабленного светового сигнала в зависимости от длины волны. Например, одним из основных аттенуаторов в тканях является гемоглобин. Это показывают отчетливые коэффициенты поглощения, соответствующие связыванию кислорода [40].

M. Barberio и соавт. (2019) создали систему HYPerspectral Enhanced Reality – HYPER (Гиперспектральная расширенная реальность), которая представляет собой систему ГСВ с видеокамерой высокого разрешения [22]. Количественная оценка перфузии HYPER была подтверждена хорошей корреляцией с биомаркерами ишемии.

Несмотря на превосходную точность HYPER, эта технология имеет ряд недостатков, затрудняющих ее использование в повседневной практике.

Во-первых, количественная оценка перфузии не выполняется в режиме реального времени, так как после сбора информация ГСВ накладывается на живое видео хирургической сцены – процесс, который занимает примерно 30 секунд.

Во-вторых, при таком подходе возможно смещение изображения во время хирургических манипуляций.

Тем не менее ГСВ (без HYPER) использовалась во время минимально инвазивных колоректальных резекций у человека для оценки перфузии кишечника до формирования анастомоза. В первом пилотном исследовании В. Jansen-Winkel и соавт. (2019) у 24 пациентов была подтверждена способность ГСВ выявлять ишемию [17]. Кроме того, было замечено, что клинически определяемая линия резекции часто смещалась по сравнению с линией, определенной с помощью ГСВ.

Во втором исследовании В. Jansen-Winkel и соавт. (2021), используя аналогичную установку, описанную ранее, способность обнаруживать линию пересечения ГСВ проверяли с помощью флуоресцентной ангиографии. Результаты показали, что линии резекции соответствовали в обоих методах. Однако, поскольку ГСВ является бесконтрастным методом, он более безопасен, чем флуоресцентная ангиография, и позволяет проводить повторные оценки перфузии, в то время как на флуоресцентную визуализацию влияет фоновая флуоресценция в ткани ранее введенного ICG [11].

Также есть исследование М. Barberio и соавт. (2021), в котором сравнивались данные о перфузии, полученные с помощью гиперспектральной визуализации и конфокальной лазерной эндомикроскопии и уровня лактата как маркера ишемии после формирования желудочного кондукта [29]. Поскольку ГСВ является методом оптической визуализации, он позволяет проводить исключительно поверхностный анализ тканей. В результате можно количественно рассчитать только серозную перфузию. Со стороны слизистой кровотоков

был оценен с помощью конфокальной лазерной эндомикроскопии. Конфокальная лазерная эндомикроскопия потенциально обеспечивает точную картину микроциркуляции ткани, одновременно давая морфологическую оценку *in vivo* гистологического материала и вычисляя индекс функциональной площади капиллярной плотности (FCD-A) или скорость движения эритроцитов.

Интересно, что результаты выявили хорошую корреляцию между слизистой и серозной перфузией, оцененной с использованием данных двух методов. Показатели, полученные с помощью обоих методов визуализации, отрицательно коррелировали с локальными значениями лактата в капиллярах, что подтверждает биологическую достоверность обоих методов.

Однако, если ГСВ является бесконтактным, неинвазивным методом, а время сбора им данных составляет менее 10 секунд, то конфокальная лазерная эндомикроскопия имеет микроскопическое пространственное разрешение и не дает немедленной оценки результатов. Использование эндомикроскопии интраоперационно будет выглядеть как гибкий зонд, что сопряжено с неудобством манипулирования на анастомозе [33].

После создания модели T. Wakabayashi и соавт. (2021) частичной ишемии поджелудочной железы исследователи смогли количественно оценить перфузию свинной поджелудочной железы [33]. Среди методов использовался ГСВ (с HYPER), и он мог успешно количественно определять перфузию крови поджелудочной железы, хорошо коррелируя с биомаркерами ишемии и другими методами оптической визуализации (такими как ICG и конфокальная лазерная эндомикроскопия).

T. Urade и соавт. (2021) предложили исследование, в котором HYPER служил инструментом интраоперационной навигации во время анатомических резекций печени на модели свиньи [21]. После лигирования селективных сосудов удалось обнаружить демаркационную линию паренхиматозной ишемии с помощью ГСВ.

Также есть исследования, в которых гиперспектральное изображение использовалось для оценки перфузии кожных лоскутов в пластической хирургии. A. Perez и соавт. (2008) непрерывно контролировали 50 лоскутов с помощью спектроскопии в ближней инфракрасной области спектра и сравнивали результаты только с клиническими наблюдениями [54]. Спектроскопия выявила все случаи нарушения кровотока до клинического наблюдения без ложноположительных или отрицательных результатов.

В исследовании перфузию лоскута оценивали по стандартным клиническим параметрам, ультразвуковой доплерографии и гиперспектральной визуализации. ГСВ удалось обнаружить снижение перфузии пересаженной ткани самое позднее

через 16–28 часов после операции. Клиническая оценка и ультразвуковая доплерография не выявили ни одного из этих пересмотренных случаев на 1-й день после операции [23].

В экспериментальной работе C. R. Tracy и соавт. (2010) на модели свиньи успешно использовали свою камеру HSI для количественной оценки почечной перфузии во время различных маневров сосудистого зажима [7].

В серии экспериментов с большим количеством свиней, перенесших частичную нефрэктомия, S. L. Best и соавт. (2011) смогли количественно оценить перфузию во время постепенной обструкции артериального притока [41].

В недавнем исследовании R. Sucher и соавт. (2020) использовали пространственную сканирующую камеру ГСВ для интраоперационной оценки перфузии пациентов, перенесших трансплантацию почки [24]. Результаты показали хорошую корреляцию между более низкой интраоперационной перфузией и отсроченной недостаточностью трансплантата. Кроме того, ГСВ оказалась полезной для интраоперационной оценки жизнеспособности мочеточника, которая в настоящее время измеряется исключительно с помощью субъективной визуальной оценки [29].

В систематическом обзоре M. Mori и соавт. (2014) контролировали церебральную перфузию *in vivo*, продемонстрировав, что после формирования сосудистого анастомоза ГСВ может обнаружить увеличение перфузии [35]. Результаты совпали с послеоперационной однофотонной эмиссионной компьютерной томографией (ОФЭКТ), которая в настоящее время представляет собой золотой стандарт визуализации для оценки метаболизма головного мозга.

К недостаткам метода стоит отнести то, что он остается качественным, так как до сих пор не были определены предикторы недостаточности перфузии.

Оптическая когерентная томография (optical coherence tomography, OCT)

Оптическая когерентная томография (ОКТ) – неинвазивный метод, который позволяет получать изображения тканей с высоким разрешением в режиме реального времени. Он обнаруживает обратнорассеянный ближний инфракрасный свет от ткани для получения изображений с разрешением по глубине. В результате этот метод потенциально позволяет визуализировать сосудистую сеть на глубину примерно 2,5 мм. Более того, нижележащие артерии не будут влиять на измеренную перфузию в перекрывающей их микрососудистой сети, в отличие от других методов оптической визуализации, таких как флуоресцентная визуализация, ЛСКВ или лазерная доплеровская флоуметрия.

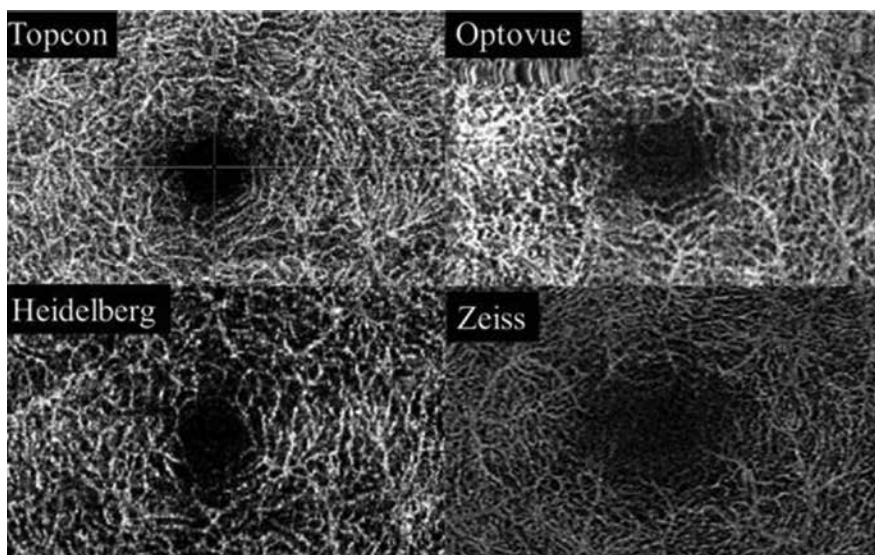


Рис. 4. Снимки конъюнктивального перикорнеального сплетения, сделанные с помощью ОКТ различных моделей [44]

ОКТ рутинно используется в офтальмологии, в том числе для оценки кровотока в сетчатке.

Было найдено исследование S. M. Jansen и соавт. (2018), в котором ОКТ использовалась для оценки перфузии 4 отделов желудка при операции по поводу рака пищевода [19]. Были получены 3D-изображения нескольких участков органа на основе ОКТ, которые были в дальнейшем сравнены с гистологией. Хотя ОКТ-сканирование и гистологическое изображение не коррелируют один к одному, количество и расположение кровеносных сосудов, как правило, совпадают у каждого пациента. Кроме того, области кровотока можно было отличить от статичных тканей путем расчета контраста спеклов при сканировании в М-режиме. Процент пикселей, выделенных как поток, был количественно определен как объективный параметр. Этот параметр потенциально можно использовать для дифференциации нормальных и сниженных областей перфузии.

Качество изображений было субоптимальным, так как стабилизация датчика ОКТ была очень сложной. Также стерильная простыня поверх датчика ОКТ вносила зеркальные отражения, что мешало автоматическому анализу изображения.

Недостатками ОКТ являются постобработка, необходимая для измерения перфузии в линейном параметре.

Инфракрасная термография (infrared thermography, IRT)

Инфракрасная термография (ИКТ) – метод, получающий изображение в инфракрасных лучах, которое показывает картину распределения температурных полей. Термографические камеры обнаруживают излучение в инфракрасном диапазоне (примерно 0,9–14,0 мкм) и на основе этого излучения создают изображения. Каждый объект,

температура которого больше абсолютного нуля, несет энергию в виде инфракрасных лучей (ИК) [28].

В систематическом обзоре X. Tenorio и соавт. (2009) сравнили DIRT (динамическая инфракрасная термометрия) с портативной доплерографией для оценки кожных лоскутов [18]. Было обнаружено, что у 67% пациентов расположение перфоратов совпадало на расстоянии 0–15 мм. Они пришли к выводу, что в то время как доплер обнаруживал перфораты на более глубоком уровне, где они выходят из мышечной фасции, термография обнаружила их расположение под кожей, и, следовательно, оба метода дополняли друг друга [8].

L. de Weerd и соавт. (2009) определили, что DIRT обладает более высокой чувствительностью в обнаружении раннего сосудистого кровотока при реконструкции лоскутом, чем ультразвуковая доплерография артерий [16].

K. Nishikawa и соавт. (2018) показали интересные результаты, используя ИКТ во время резекции пищевода [48]. В частности, авторы предложили оценку, основанную на температуре и длине желудочного тракта, питающих его сосуды. Было отмечено, что пациенты с более низким баллом были более склонны к развитию несостоятельности анастомоза.

В исследовании H. Motoyama и соавт. (2015) ИКТ применялась для оценки перфузии органов при трансплантации, в частности проводилось исследование на легких мышей, в котором выявлялась возможность обнаружения повреждения легкого, вызванного тромбом. Согласно этому исследованию, с помощью ИКТ удалось обнаружить существенные различия в группе легких с тромбозом по сравнению с контрольной группой, несмотря на то, что макроскопически никаких изменений не наблюдалось [43].

Также при исследовании «диабетической стопы» М. Adam и соавт. (2017) с помощью ИКТ выявили, что не наблюдались тепловые паттерны, а температура стоп была значительно ниже, чем у здоровых людей. При этом данный метод исследования позволяет обнаружить начавшееся развитие диабетической стопы до появления некрозов и невропатий, что позволяет начать раннее лечение и предотвратить дальнейшие ампутации нижних конечностей [14].

Преимущества данного метода заключаются в неинвазивном использовании и возможности термографии большого участка, а также работе в режиме реального времени.

Недостатки включают в себя невозможность фиксации незначительных тепловых изменений, связанных с воспалением или неоплазией, что ставит под вопрос возможность использования инфракрасной термографии в онкологии [59]. Также существует задержка между изменением перфузии и температуры, что также вызывает трудность немедленной интраоперационной оценки [53].

Темнопольная биомикроскопия (sidestream dark field imaging, SDF)

При темнопольной биомикроскопии (ТПМ) используется световод, окруженный светодиодами с длиной волны 530 нм, длина волны света, которая поглощается гемоглобином эритроцитов, позволяя наблюдать их как темные клетки, текущие по микроциркуляторному руслу. Светодиоды на конце световода оптически изолированы от внутреннего ядра, проводящего изображение, и испускают свет глубоко в ткани, освещая микроциркуляцию изнутри. Это освещение темного поля, применяемое сбоку, полностью исключает отражения поверхности тканей, давая четкие изображения микроциркуляторных структур и потока красных, а также белых кровяных телец. Ожидается, что ТПМ улучшит способ визуализации микроциркуляции, особенно капилляров [26].

При исследовании системной склеродермии – заболевании, характеризующемся аномалиями мелких кровеносных сосудов, фиброзом кожи и органов, – была использована ТПМ, с помощью которой оценивали микроциркуляцию ротовой полости. Согласно полученным результатам было выявлено значительное снижение сосудистой сети полости рта у больных склеродермией по сравнению с контрольной группой, что показывает способность быть полезным диагностическим инструментом при оценке склеродермии [57].

В пластической хирургии ТПМ используют для оценки кровотока в пересаженном лоскуте, что позволяет оценить состояние лоскута и в режиме реального времени и наблюдать микроциркуляцию в нем [20].

ТПМ также возможно использовать и при операциях на ЖКТ. В исследовании А. F. de Bruin и соавт. (2016) с помощью ТПМ сравнили микроциркуляцию серозной оболочки кишечника и сублингвальной слизистой. Полученные результаты показали, что исследование микроциркуляции сублингвальной области и кишечника дают схожие результаты, немного отличающиеся анатомическими особенностями, такими как разная плотность и направленность сосудов, более толстый слой соединительной ткани в кишечной оболочке и др. Но данные различия не помешали оценке микроциркуляции [58].

В нейрохирургии ТПМ использовали при исследовании микроциркуляции внутричерепных менингиом. Как было выявлено, у пациентов с отеком около опухоли наблюдалось резкое снижение всех параметров микроциркуляции, соответственно, тогда как у пациентов без отека наблюдались лишь статистически незначительные снижения этих параметров. В общем, микроциркуляторный паттерн околоопухолевой зоны при отсутствии отека был почти аналогичен нормальной корковой микроциркуляции, тогда как все параметры (включая перфузию и плотность сосудов) были значительно снижены у пациентов с отеком. Данное исследование впервые продемонстрировало *in vivo* существенные изменения параметров микроциркуляции в ближайшем окружении интракраниальных менингиом, особенно при наличии отека [4].

Таким образом, темнопольная биомикроскопия позволяет точно визуализировать эритроциты в капиллярах в режиме реального времени, то есть можно наблюдать поток. Кроме того, поток может быть измерен в количественном параметре (мм/сек., плотность сосуда и диаметр сосуда).

К недостаткам метода относится необходимость в контакте прибора с тканью. Следовательно, движения пациента при дыхании или сердцебиении будут влиять на изображение, и из-за давления могут возникать артефакты. Также ТПМ может оценивать микроциркуляцию точно, а не широкого поля, как, например, ICGI, термография и ЛСКВ [45].

Лазерная доплеровская флоуметрия (laser doppler flowmetry, LDF)

Лазерная доплеровская флоуметрия (ЛДФ) является неинвазивным методом исследования микроциркуляции, позволяющим не только оценить общий уровень периферической перфузии, но и выявить особенности регуляции кровотока в микроциркуляторном русле.

Для исследования процессов микроциркуляции методом ЛДФ применяется зондирование ткани лазерным излучением. В ходе проведения исследований обеспечивается регистрация изменения потока крови в микроциркуляторном русле – флоуметрия [1].

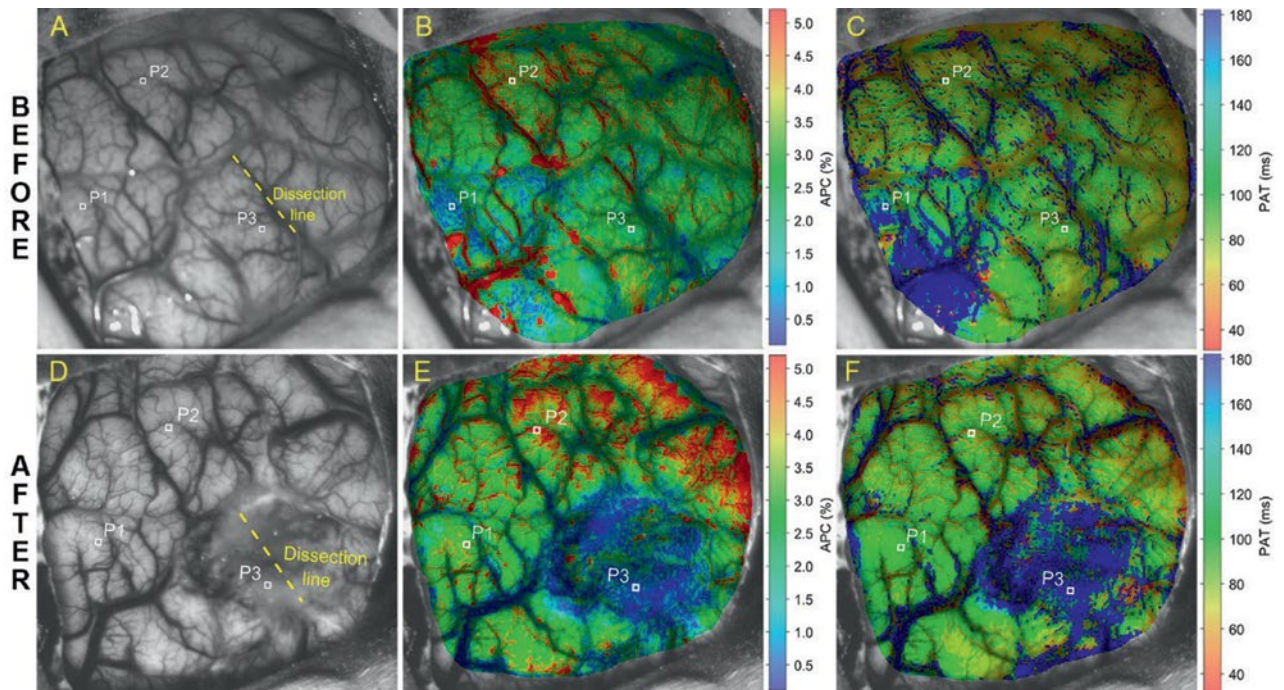


Рис. 5. Отображение параметров пульсации крови в коре головного мозга у пациента с опухолью. Верхний и нижний ряды изображений открытого мозга были получены до и после резекции опухоли соответственно. На панелях (A) и (D) показаны фотографии открытого мозга с рассечением, обозначенные желтой линией, и три выбранные области интереса (RoI), помеченные как P1, P2 и P3. Пространственное распределение амплитуды пульсирующей составляющей (АПС) и времени прихода импульса (ПУТЬ), наложенные на неподвижные изображения открытой коры головного мозга показаны на (B), (E) и (C), (F) соответственно. Цветовые шкалы на правой стороне изображений (B) и (E) показывают АПС в процентах, тогда как на изображениях (C) и (F) измеряются в миллисекундах [5]

ЛДФ используется в стоматологии при исследовании пульпы. С помощью него можно наиболее точно оценить жизнеспособность пульпы у взрослых и детей, производить дифференциальную диагностику, изучать реакцию на лекарственные средства или электрическую и тепловую стимуляцию. Так как данный метод не вызывает дискомфорта, тревожные пациенты предпочитают ЛДФ другим методам оценки жизнеспособности пульпы [36].

В офтальмологии с помощью ЛДФ оценивают микроциркуляцию в зрительном нерве у пациентов с глаукомой. Благодаря исследованиям в этой области было выявлено снижение кровотока в зрительном нерве при первичной открытоугольной глаукоме, что способствовало развитию в данной области [47, 55].

Также ЛДФ широко используется в пластической хирургии, где с помощью этого метода оценивают жизнеспособность используемого лоскута. В исследовании была продемонстрирована способность обнаруживать сосудистую окклюзию [38].

В хирургии ЛДФ используют при исследовании перфузии органов ЖКТ, в том числе для определения несостоятельности анастомоза. В ходе работы Y. Ikeda и соавт. (2021) было выявлено, что

при низких значениях тканевого кровотока после анастомоза вероятность его несостоятельности резко повышалась [10].

Достоинством метода ЛДФ является его возможность измерения микрокровотока *in vivo* и бесконтактно. Другой важной особенностью ЛДФ считается вероятность получения большого количества измерений (тысячи в минуту), их регистрации и обработки в реальном масштабе времени, что, в частности, позволяет создавать мониторинговые системы ЛДФ. Однако недостатком ЛДФ является высокая чувствительность к быстрым небольшим движениям из-за процесса сканирования во время сбора данных, что делает его непригодным для лапароскопического использования на кишечнике.

Фотоплетизмография (photoplethysmogram imaging, iPPG)

Фотоплетизмография (ФПГ) представляет собой бесконтактный метод мониторинга, основанный на оптических эффектах кровообращения. Поглощение и отражение света на исследуемой ткани определяется среди прочих факторов содержанием в ней гемоглобина и, таким образом, подвержено пульсирующему изменению объема крови в ткани. Этот импульс объема крови вызы-

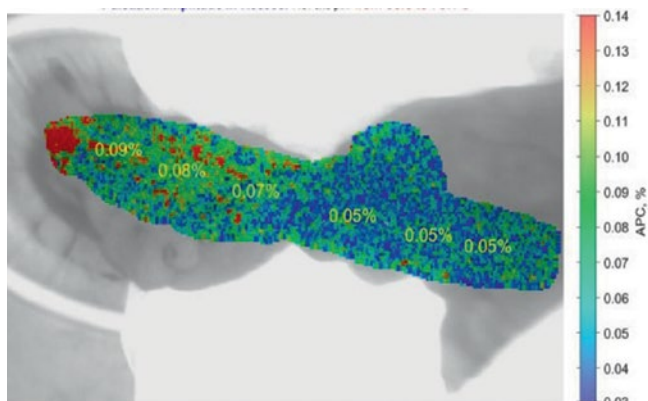


Рис. 6. Распределение индекса перфузии при записи стандартной iPPG-системой (толстая кишка)

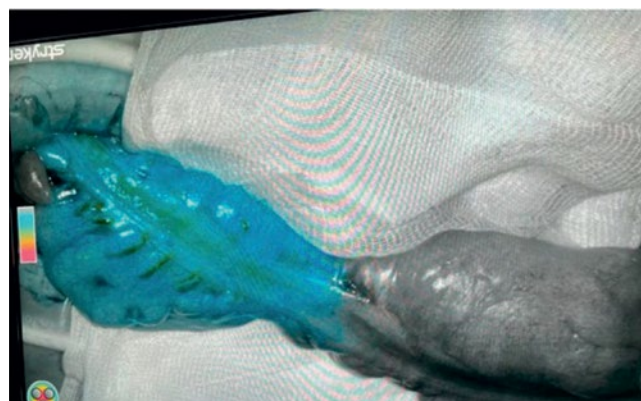


Рис. 7. Распределение перфузии с экрана монитора ICG-ангиографической системы (толстая кишка)

вает крошечные колебания отраженного света, которые могут быть зафиксированы обычными камерами RGB [15].

В последние годы данный метод оценки перфузии тканей вызвал растущий научный интерес благодаря распространению бесконтактной ФПГ [64].

В недавних исследованиях V. A. Kashchenko и соавт. (2022) и А. А. Kamshilin и соавт. (2022) были описаны попытки оценки тканевой перфузии органов ЖКТ с помощью ФПГ. Наблюдались различные виды операции и анастомозов: формирование анастомоза по Ру при гастроэнтеростомии, формирование анастомоза с правосторонней гемиколэктомией и др. Во всех случаях распределение показателей кровотока в исследуемых органах успешно визуализировалось [25, 34].

В исследовании O. V. Mamontov и соавт. (2020) на 15 крысах было продемонстрировано применение метода ФПГ для оценки состояния мозгового кровотока через истонченную кость без нарушения целостности черепа. Исследователи применяли ингибитор карбоангидразы для увеличения концентрации CO_2 в кровотоке и отметили вазодилатацию с помощью ППГ [5].

При попытке сравнить два метода оценки перфузии ФПГ и ICG было выявлено, что ФПГ (рис. 6) соответствует распределениям, полученным при ICG (рис. 7) [25].

Преимуществами метода являются отсутствие необходимости введения какого-либо вещества, возможность непрерывного мониторинга перфузии, простота и дешевизна оборудования, сканирование сразу нескольких сигналов: SpO_2 , ЧСС и ЧДД. Недостатками метода являются задержка в несколько минут при визуализации перфузии тканей, также на качество сигнала ФПГ могут влиять различные факторы, вызывающие вазомоторный тонус, низкий сердечный выброс и повышенное кожное сосудистое сопротивление.

Заключение

Настоящий обзор показал, что представленные техники имеют потенциал для клинического использования. Однако почти все методики требуют больших клинических испытаний. Также сложностью представляется разработка оборудования, которое можно было бы использовать интраоперационно, в том числе и для лапароскопии и эндоскопии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чуян Е. Н., Трибрат Н. С. Методические аспекты применения метода лазерной доплеровской флоуметрии // Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. Сер. Биология. Химия. – 2008. – Т. 21 (60), № 2. – С. 156–171. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodicheskie-aspekty-primeneniya-metoda-lazernoydopplerovskoy-floumetrii>
2. ICG-флуоресцентная навигация в абдоминальной хирургии: учебно-методическое пособие / А. Д. Ахметов, М. А. Бикеев, М. И. Глузман и др.; под редакцией В. А. Кашенко, Я. А. Накатиса; ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», ФГБУЗ «Клиническая больница № 122 имени Л. Г. Соколова» ФМБА России. – Санкт-Петербург: СПбГУ, 2019. – 50 с.
3. A narrative review of fluorescence imaging in robotic-assisted surgery / Y. J. Lee, N. S. van den Berg, R. K. Orosco [et al.] // Laparosc. Surg. – 2021. – Vol. 5. – P. 31. – URL: <https://doi.org/10.21037/lis-20-98>
4. Alterations of cerebral microcirculation in peritumoral edema: feasibility of in vivo sidestream dark-field imaging in intracranial meningiomas / M. Berhouma, T. Picart, C. Dumot [et al.] // Neurooncol. Adv. – 2020. – Vol. 2 (1). – vdaa108. – URL: <https://doi.org/10.1093/noajnl/vdaa108>

5. Animal model of assessing cerebrovascular functional reserve by imaging photoplethysmography / O. V. Mamontov, A. Y. Sokolov, M. A. Volynsky [et al.] // *Sci. Rep.* – 2020. – Vol. 10 (1). – P. 19008. – URL: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-75824-w>
6. Chandler P., Wiesel O., Sherwinter D. A. Fluorescence-guided surgery of the esophagus // *Ann. Transl. Med.* – 2021. – Vol. 9 (10). – P. 908. – URL: <https://doi.org/10.21037/atm.2020.03.138>
7. Characterization of renal ischemia using DLP hyperspectral imaging: A pilot study comparing artery-only occlusion versus artery and vein occlusion / C. R. Tracy, J. D. Terrell, R. P. Francis [et al.] // *J. Endourol.* – 2010. – Vol. 24 (3). – P. 321–325. – URL: <https://doi.org/10.1089/end.2009.0184>
8. Clinical applications of dynamic infrared thermography in plastic surgery: a systematic review / H. E. John, V. Niomsawatt, W. M. Rozen [et al.] // *Gland. Surg.* – 2016. – Vol. 5 (2). – P. 122–132. – URL: <https://doi.org/10.3978/j.issn.2227-684X.2015.11.07>
9. Clinical applications of laser speckle contrast imaging: a review / W. Heeman, W. Steenbergen, G. van Dam [et al.] // *J. Biomed. Opt.* – 2019. – Vol. 24 (8). – P. 1–11. – URL: <https://doi.org/10.1117/1.JBO.24.8.080901>
10. Clinical significance of tissue blood flow during esophagectomy by laser Doppler flowmetry / Y. Ikeda, M. Niimi, S. Kan [et al.] // *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* – 2001. – Vol. 122 (6). – P. 1101–1106. – URL: <https://doi.org/10.1067/mtc.2001.117835>
11. Comparison of hyperspectral imaging and fluorescence angiography for the determination of the transection margin in colorectal resections – A comparative study / B. Jansen-Winkel, I. Germann, H. Köhler [et al.] // *Int. J. Colorectal Dis.* – 2021. – Vol. 36. – P. 283–291. – URL: <https://doi.org/10.1007/s00384-020-03755-z>
12. Comparison of indocyanine green angiography and laser speckle contrast imaging for the assessment of vasculature perfusion / E. L. Towle, L. M. Richards, S. M. Kazmi [et al.] // *Neurosurgery.* – 2012. – Vol. 71 (5). – P. 1023–1030. – URL: <https://doi.org/10.1227/NEU.0b013e31826adf88>
13. Comprehensive Review of Fluorescence Applications in Gynecology / J. Polom, L. Kalinowski, M. Diana [et al.] // *J. Clin. Med.* – 2021. – Vol. 10 (19). – P. 4387. – URL: <https://doi.org/10.3390/jcm10194387>
14. Computer aided diagnosis of diabetic foot using infrared thermography: A review / M. Adam, E. Y. K. Ng, J. H. Tan [et al.] // *Comput. Biol. Med.* – 2017. – Vol. 91. – P. 326–336. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.combiomed.2017.10.030>
15. Contact-free optical assessment of changes in the chest wall perfusion after coronary artery bypass grafting by imaging photoplethysmography / I. Kukel, A. Trumpp, K. Plötze [et al.] // *Appl. Sci.* – 2020. – Vol. 10. – P. 6537. – URL: <https://doi.org/10.3390/app10186537>
16. De Weerd L., Miland A. O., Mercer J. B. Perfusion dynamics of free DIEP and SIEA flaps during the first postoperative week monitored with dynamic infrared thermography // *Ann. Plast. Surg.* – 2009. – Vol. 62. – P. 42–47.
17. Determination of the transection margin during colorectal resection with hyperspectral imaging (HSI) Int / B. Jansen-Winkel, N. Holfert, H. Köhler [et al.] // *J. Colorectal Dis.* – 2019. – Vol. 34 (4). – P. 731–739. – URL: <https://doi.org/10.1007/s00384-019-03250-0>
18. Early detection of flap failure using a new thermographic device / X. Tenorio, A. L. Mahajan, R. Wettstein [et al.] // *J. Surg. Res.* – 2009. – Vol. 151 (1). – P. 15–21.
19. Feasibility of Optical Coherence Tomography (OCT) for Intra-Operative Detection of Blood Flow during Gastric Tube Reconstruction / S. M. Jansen, M. Almasian, L. S. Wilk [et al.] // *Sensors (Basel).* – 2018. – Vol. 18 (5). – P. 1331. – URL: <https://doi.org/10.3390/s18051331>
20. Hardwicke J. T., Bella H., Waters R. A. Sidestream Dark Field imaging as an adjunct to free flap monitoring // *J. Plast. Reconstr. Aesthet. Surg.* – 2014. – Vol. 67 (6). – P. 875–877. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.bjps.2014.01.022>
21. Hyperspectral enhanced reality (HYPER) for anatomical liver resection / T. Urade, E. Felli, M. Barberio [et al.] // *Surg. Endosc.* – 2021. – Vol. 35 (4). – P. 1844–1850. – URL: <https://doi.org/10.1007/s00464-020-07586-5>
22. HYPerspectral Enhanced Reality (HYPER): A physiology-based surgical guidance tool / M. Barberio, F. Longo, C. Fiorillo [et al.] // *Surg. Endosc.* – 2019. – Vol. 34 (4). – P. 1736–1744. – URL: <https://doi.org/10.1007/s00464-019-06959-9>
23. Hyperspectral Imaging (HSI) as a new diagnostic tool in free flap monitoring for soft tissue reconstruction: a proof of concept study / L. H. Kohler, H. Köhler, S. Kohler [et al.] // *BMC Surg.* – 2021. – Vol. 21 (2). – P. 222. – URL: <https://doi.org/10.1186/s12893-021-01232-0>
24. Hyperspectral Imaging (HSI) of Human Kidney Allografts / R. Sucher, T. Wagner, H. Köhler [et al.] // *Ann. Surg.* – 2020. – Vol. 276 (1). – e48–e55. – URL: <https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000004429>
25. Imaging photoplethysmography as an easy-to-use tool for monitoring changes in tissue blood perfusion during abdominal surgery / A. A. Kamshilin, V. V. Zaytsev, A. V. Lodygin [et al.] // *Sci. Rep.* – 2022. – Vol. 12 (1). – P. 1143. – URL: <https://doi.org/10.1038/s41598-022-05080-7>
26. Ince C. The microcirculation is the motor of sepsis // *Crit. Care.* – 2005. – Vol. 9 (Suppl. 4). – S. 13–29. – URL: <https://doi.org/10.1186/cc3753>
27. Indocyanine green fluorescence angiography of the reconstructed gastric tube during esophagectomy: Efficacy of the 90-second rule / Y. Kumagai, S. Hatano, J. Sobajima [et al.] // *Dis. Esophagus.* – 2018. – Vol. 31 (12). – URL: <https://doi.org/10.1093/dote/doy052>

28. Infrared camera assessment of skin surface temperature-effect of emissivity / V. Bernard, E. Staffa, V. Mornstein [et al.] // *Phys. Med.* – 2013. – Vol. 29 (6). – P. 583–591. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.ejmp.2012.09.003>
29. Intraoperative Guidance Using Hyperspectral Imaging: A Review for Surgeons / M. Barberio, S. Benedicenti, M. Pizzicannella [et al.] // *Diagnostics (Basel)*. – 2021. – Vol. 11 (11). – P. 2066. – URL: <https://doi.org/10.3390/diagnostics11112066>
30. Intraoperative Indocyanine Green Dye Use in Ovarian Torsion: A Feasibility Study / K. Nicholson, A. Urh, K. Demertzis [et al.] // *J. Minim. Invasive Gynecol.* – 2022. – Vol. 29 (6). – S. 1553–46. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.jmig.2022.01.008>
31. Intraoperative Laser Speckle Contrast Imaging For Real-Time Visualization of Cerebral Blood Flow in Cerebrovascular Surgery: Results From Pre-Clinical Studies / A. Mangraviti, F. Volpin, J. Cha [et al.] // *Sci. Rep.* – 2020. – Vol. 10 (1). – P. 7614. – URL: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-64492-5>
32. Intraoperative near infrared fluorescence imaging in robotic low anterior resection: Three case reports / S. U. Bae, S. J. Baek, H. Hur [et al.] // *Yonsei Med. J.* – 2013. – Vol. 54 (4). – P. 1066–1069. – URL: <https://doi.org/10.3349/ymj.2013.54.4.1066>
33. Intraoperative perfusion assessment in enhanced reality using quantitative optical imaging: An experimental study in a pancreatic partial ischemia model / T. Wakabayashi, M. Barberio, T. Urade [et al.] // *Diagnostics*. – 2021. – Vol. 11 (1). – P. 93. – URL: <https://doi.org/10.3390/diagnostics11010093>
34. Intraoperative visualization and quantitative assessment of tissue perfusion by imaging photoplethysmography: comparison with ICG fluorescence angiography / V. A. Kashchenko, V. V. Zaytsev, V. A. Ratnikov [et al.] // *Biomed. Opt. Express*. – 2022. – Vol. 13 (7). – P. 3954–3966. – URL: <https://doi.org/10.1364/BOE.462694>
35. Intraoperative visualization of cerebral oxygenation using hyperspectral image data: A two-dimensional mapping method / M. Mori, T. Chiba, A. Nakamizo [et al.] // *Int. J. Comput. Assist. Radiol. Surg.* – 2014. – Vol. 9 (6). – P. 1059–1072. – URL: <https://doi.org/10.1007/s11548-014-0989-9>
36. Jafarzadeh H. Laser Doppler flowmetry in endodontics: a review // *Int. Endod. J.* – 2009. – Vol. 42 (6). – P. 476–490. – URL: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2009.01548.x>
37. Kim J. C., Lee J. L., Park S. H. Interpretative Guidelines and Possible Indications for Indocyanine Green Fluorescence Imaging in Robot-Assisted Sphincter-Saving Operations // *Dis. Colon. Rectum*. – 2017. – Vol. 60. – P. 376–384. – URL: <https://doi.org/10.1097/DCR.0000000000000782>
38. Laser Doppler Flowmetry to Differentiate Arterial From Venous Occlusion in Free Tissue Transfer / E. Gazyakan, H. K. Kao, M. H. Cheng [et al.] // *Plast. Surg. (Oakv)*. – 2019. – Vol. 27 (4). – P. 297–304. – URL: <https://doi.org/10.1177/2292550319876666>
39. Laser speckle contrast imaging for intraoperative assessment of liver microcirculation: a clinical pilot study / S. Eriksson, J. Nilsson, G. Lindell [et al.] // *Med. Devices (Auckl.)*. – 2014. – Vol. 7. – P. 257–261. – URL: <https://doi.org/10.2147/MDER.S63393>
40. Lu G., Fei B. Medical hyperspectral imaging: a review // *J. Biomed. Opt.* – 2014. – Vol. 19 (1). – P. 10901. – URL: <https://doi.org/10.1117/1.JBO.19.1.010901>
41. Minimal arterial in-flow protects renal oxygenation and function during porcine partial nephrectomy: Confirmation by hyperspectral imaging / S. L. Best, A. Thapa, M. J. Holzer [et al.] // *Urology*. – 2011. – Vol. 78 (4). – P. 961–966. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.urology.2011.06.029>
42. Near-infrared fluorescence imaging to facilitate super-selective arterial clamping during zero-ischaemia robotic partial nephrectomy / M. S. Borofsky, I. S. Gill, A. K. Hemal [et al.] // *BJU Int.* – 2013. – Vol. 111 (4). – P. 604–610. – URL: <https://doi.org/10.1111/j.1464-410X.2012.11490.x>
43. Novel thermographic detection of regional malperfusion caused by a thrombosis during ex vivo lung perfusion / H. Motoyama, F. Chen, K. Hijiya [et al.] // *Interact. Cardiovasc. Thorac. Surg.* – 2015. – Vol. 20 (2). – P. 242–247. – URL: <https://doi.org/10.1093/icvts/ivu386>
44. OCT-angiography: A qualitative and quantitative comparison of 4 OCT-A devices / M. R. Munk, H. Giannakaki-Zimmermann, L. Berger [et al.] // *PLoS One*. – 2017. – Vol. 12 (5). – e0177059. – URL: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0177059>
45. Optical techniques for perfusion monitoring of the gastric tube after esophagectomy: a review of technologies and thresholds / S. M. Jansen, D. M. de Bruin, M. I. van Berge Henegouwen [et al.] // *Diseases of the Esophagus*. – 2018. – Vol. 31 (6). – URL: <https://doi.org/10.1093/dote/dox161>
46. Perfusion assessment in laparoscopic left-sided/anterior resection (PILLAR II): A multi-institutional study / M. D. Jafari, S. D. Wexner, J. E. Maitz [et al.] // *J. Am. Coll. Surg.* – 2015. – Vol. 220. – P. 82–92. – e1.
47. Piltz-Seymour J. R. Laser Doppler flowmetry of the optic nerve head in glaucoma // *Surv. Ophthalmol.* – 1999. – Suppl. 1. – S. 191–198. – URL: [https://doi.org/10.1016/s0039-6257\(99\)00053-3](https://doi.org/10.1016/s0039-6257(99)00053-3)
48. Quantitative assessment of blood flow in the gastric conduit with thermal imaging for esophageal reconstruction / K. Nishikawa, T. Fujita, M. Yuda [et al.] // *Ann Surg.* – 2018. – Vol. 271 (6). – P. 1087–1094. – URL: <https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000003169>

49. Quantitative Assessment of the Blood Perfusion of the Gastric Conduit by Indocyanine Green Imaging / F. Ishige, Y. Nabeya, I. Hoshino [et al.] // *J. Surg. Res.* – 2019. – Vol. 234. – P. 303–310. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.jss.2018.08.056>
50. Quantitative serosal and mucosal optical imaging perfusion assessment in gastric conduits for esophageal surgery: an experimental study in enhanced reality / M. Barberio, E. Felli, M. Pizzicannella [et al.] // *Surg. Endosc.* – 2021. – Vol. 35 (10). – P. 5827–5835. – URL: <https://doi.org/10.1007/s00464-020-08077-3>
51. Real-time vessel navigation using indocyanine green fluorescence during robotic or laparoscopic gastrectomy for gastric cancer / M. Kim, S. Son, L. Cui [et al.] // *J. Gastric. Cancer.* – 2017. – Vol. 17 (2). – P. 145–153. – URL: <https://doi.org/10.5230/jgc.2017.17.e17>
52. Real-time visualization of renal microperfusion using laser speckle contrast imaging / W. Heeman, H. Maassen, J. Calon [et al.] // *J. Biomed. Opt.* – 2021. – Vol. 26 (5). – P. 056004. – URL: <https://doi.org/10.1117/1.JBO.26.5.056004>
53. Reperfusion of Free Full-Thickness Skin Grafts in Periocular Reconstructive Surgery Monitored Using Laser Speckle Contrast Imaging / J. Berggren, N. Castelo, K. Tenland [et al.] // *Ophthalmic. Plast. Reconstr. Surg.* – 2021. – Vol. 37 (4). – P. 324–328. – URL: <https://doi.org/10.1097/IOP.0000000000001851>
54. Repez A., Oroszy D., Arnez Z. M. Continuous postoperative monitoring of cutaneous free flaps using near infrared spectroscopy // *J. Plast. Reconstr. Aesthet. Surg.* – 2008. – Vol. 61 (1). – P. 71–77. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.bjps.2007.04.003>
55. Riva C. E., Falsini B. Functional laser Doppler flowmetry of the optic nerve: physiological aspects and clinical applications // *Prog. Brain Res.* – 2008. – Vol. 173. – P. 149–163. – URL: [https://doi.org/10.1016/S0079-6123\(08\)01111-4](https://doi.org/10.1016/S0079-6123(08)01111-4)
56. Robust flow measurement with multi-exposure speckle imaging / A. B. Parthasarathy, W. J. Tom, A. Gopal [et al.] // *Opt. Express.* – 2008. – Vol. 16 (3). – P. 1975–1989. – URL: <https://doi.org/10.1364/OE.16.001975>
57. Sidestream Dark Field (SDF) imaging of oral microcirculation in the assessment of systemic sclerosis / M. Sha, M. Griffin, C. P. Denton [et al.] // *Microvasc. Res.* – 2019. – Vol. 126. – P. 103890. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.mvr.2019.103890>
58. Sidestream dark field imaging of the serosal microcirculation during gastrointestinal surgery / A. F. de Bruin, V. N. Kornmann, K. van der Sloot [et al.] // *Colorectal Dis.* – 2016. – Vol. 18 (3). – P. 103–110. – URL: <https://doi.org/10.1111/codi.13250>
59. Tattersall G. J. Infrared thermography: A non-invasive window into thermal physiolog // *Comp. Biochem. Physiol. A Mol. Integr. Physiol.* – 2016. – Vol. 202. – P. 78–98. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.cbpa.2016.02.022>
60. The Use of Indocyanine Green (ICG) and Near-Infrared (NIR) Fluorescence-Guided Imaging in Gastric Cancer Surgery: A Narrative Review / F. Belia, A. Biondi, A. Agnes [et al.] // *Front. Surg.* – 2022. – Vol. 9. – P. 80773. – URL: <https://doi.org/10.3389/fsurg.2022.880773>
61. The Use of near Infra-Red Radiation Imaging after Injection of Indocyanine Green (NIR-ICG) during Laparoscopic Treatment of Benign Gynecologic Conditions: Towards Minimalized Surgery. A Systematic Review of Literature / A. Raffone, D. Raimondo, A. Oliviero [et al.] // *Medicina (Kaunas).* – 2022. – Vol. 58 (6). – P. 792. – URL: <https://doi.org/10.3390/medicina58060792>
62. Utility of indocyanine green fluorescent imaging during robot-assisted sphincter-saving surgery on rectal cancer patients / J. C. Kim, J. L. Lee, Y. S. Yoon [et al.] // *Int. J. Med. Robot.* – 2016. – Vol. 12 (4). – P. 710–717. – URL: <https://doi.org/10.1002/rcs.1710>
63. Visualized evaluation of blood flow to the gastric conduit and complications in esophageal reconstruction / K. Noma, Y. Shirakawa, N. Kanaya [et al.] // *J. Am. Coll. Surg.* – 2018. – Vol. 226 (3). – P. 241–251. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.jamcollsurg.2017.11.007>
64. Wu T., Blazek V., Schmitt H. J. Photoplethysmography imaging: A new noninvasive and noncontact method for mapping of the dermal perfusion changes // *SPIE. Digital Library. Conference proceedings: Opt. Tech. Instrum. Meas. Blood Compos. Struct. Dyn.* – 2000. – Vol. 4163. – P. 62–70.
65. Zheng C., Lau L. W., Cha J. Dual-display laparoscopic laser speckle contrast imaging for real-time surgical assistance // *Biomed. Opt. Express.* – 2018. – Vol. 9 (12). – P. 5962–5981. – URL: <https://doi.org/10.1364/BOE.9.005962>
66. Brkljacic B., Miletic D., Sardanelli F. Thermography is not a feasible method for breast cancer screening // *Coll. Antropol.* – 2013. – Vol. 37 (2). – P. 589–593.

ЛУЧЕВЫЕ МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ И СТАДИРОВАНИЯ РАКА ЖЕЛУДКА: ЧТО ВАЖНО ЗНАТЬ ХИРУРГУ

³И. Д. Амелина, ³А. М. Карачун, ³С. С. Багненко, ^{1,2}В. А. Ратников, ^{1,2}В. А. Кащенко

¹ФГБУ «Северо-Западный окружной научно-клинический центр имени Л. Г. Соколова» ФМБА России

²ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»

³ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии имени Н. Н. Петрова»

Минздрава России

³I. D. Amelina, ³A. M. Karachun, ³S. S. Bagnenko, ^{1,2}V. A. Ratnikov, ^{1,2}V. A. Kashchenko

RADIATION METHODS FOR DIAGNOSING AND STAGING GASTRIC CANCER: WHAT IS IMPORTANT FOR A SURGEON TO KNOW

¹Sokolov' North-West Regional Scientific and Clinical Center of the Federal Medical and Biological Agency

²Saint Petersburg State University

³Petrov' National Medical Research Center of Oncology of the Ministry of Health of Russia

РЕФЕРАТ. По данным Международного агентства по изучению рака (International Agency for Research on Cancer, IARC) за 2020 год, рак желудка (РЖ) занимает пятое место в структуре онкологической заболеваемости и третье место в структуре смертности от онкологических заболеваний в мире [1]. Высокий уровень смертности и неудовлетворительные результаты лечения РЖ связаны не только с его поздней диагностикой [2], но и с неправильным стадированием на дооперационном этапе, что влечет за собой выбор неверной тактики лечения [3]. Хирургический метод остается основным в обеспечении радикальности лечения РЖ [4], а системная противоопухолевая терапия способствует улучшению прогноза резектабельных пациентов с местнораспространенными формами заболевания [5]. Основными факторами, влияющими на прогноз заболевания, является стадия опухолевого процесса и радикальность оперативного вмешательства [6]. Обеспечение абластики может быть достигнуто дооперационным планированием объема оперативного вмешательства для уменьшения развития локорегиональных рецидивов и улучшения общей выживаемости [7, 8]. Наиболее важным аспектом стадирования с последующим выбором оптимального подхода к лечению конкретного пациента является качественная и достоверная визуализация, в том числе с использованием лучевых методов диагностики [9, 10]. В статье мы рассматриваем особенности визуализации и возможности таких высокотехнологичных методов лучевой диагностики, как: традиционная рентгеноскопия и рентгенография, компьютерная томография (КТ), магнитно-резонансная томография (МРТ), методики ядерной медицины (ПЭТ) в диагностике и стадировании рака желудка, опираясь на данные литературы и наш собственный опыт, полученный в ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии имени Н. Н. Петрова» Минздрава России.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: рак желудка, рентгенография, рентгено-скопия, магнитно-резонансная томография (МРТ), позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ), компьютерная томография (КТ), КТ-пневмогастрография, клиническое стадирование рака желудка.

Рентгенография и рентгеноскопия

Рентгенологическое исследование органов ЖКТ включает рентгеноскопию (просвечивание) и серийную рентгенографию (обзорную и прицельную) в различных проекциях и при разных положениях больного. В качестве перорального контрастного

SUMMARY. According to the International Agency for Research on Cancer (IARC) for 2020, Gastric cancer (GC) ranks fifth in the structure of oncological morbidity and third in the structure of mortality from oncological diseases in the world [1]. The high mortality rate and unsatisfactory results of gastric cancer treatment are associated not only with its late diagnosis [2], but also with incorrect staging at the preoperative stage, which leads to the choice of the wrong treatment tactics [3]. The surgical method remains the main one in ensuring the radical treatment of gastric cancer [4], and systemic anticancer therapy improves the prognosis of resectable patients with locally advanced forms of the disease [5]. The main factors influencing the prognosis of the disease are the stage of the tumor process and the radical nature of the surgical intervention [6]. The provision of ablast can be achieved by preoperative planning of the volume of surgical intervention to reduce the development of locoregional relapses and improve overall survival [7, 8]. The most important aspect of staging followed by the choice of the optimal approach to the treatment of a particular patient is high quality and reliable imaging, including the use of radiation diagnostic methods [9, 10]. In the article, we consider the features of visualization and the possibilities of such high-tech methods of radiation diagnostics as: traditional fluoroscopy and radiography, computed tomography (CT), magnetic resonance imaging (MRI), nuclear medicine techniques (PET) in the diagnosis and staging of gastric cancer, based on data literature and our own experience obtained at the Petrov' National Medical Research Center of Oncology of the Ministry of Health of Russia.

KEY WORDS: gastric cancer, radiography, radioscopy, magnetic resonance imaging (MRI), positron emission tomography (PET), computed tomography (CT), CT pneumogastrography, clinical staging of gastric cancer.

препарата используется водная взвесь сульфата бария [12]. Применяют частичное, тугое заполнение желудка и двойное контрастирование. Препараты бария противопоказаны при подозрении на перфорацию органов ЖКТ, так как попадание их в брюшную полость приводит к перитониту.

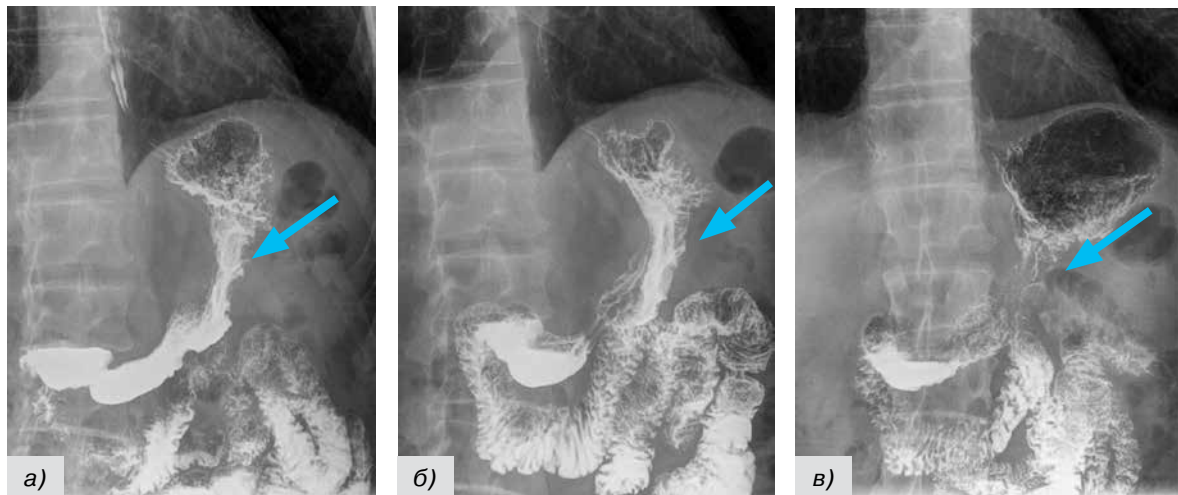


Рис. 1. Снимки, рентгеноскопия: рак средней и нижней трети тела желудка по передней и задней стенкам (экзофитная форма) представлен дефектом наполнения с достаточно четкими контурами, центральным депо, складки слизистой не прослеживаются (а, б, в)

В этом случае, а также в раннем послеоперационном периоде при наложенных на ЖКТ анастомозах используют водорастворимые йодсодержащие контрастные вещества.

Рентгеноскопия позволяет определить локализацию и протяженность опухолевого поражения, выявить переход процесса на пищевод и двенадцатиперстную кишку, оценить степень выраженности стеноза [11]. Основным преимуществом метода является оценка функциональных возможностей органа в реальном времени. Однако для полноценной клинической картины местного распространения процесса проведения рентгеноскопии желудка недостаточно. Один из основных недостатков рентгенологического метода – невозможность получения изображения всей толщи опухолевой массы в стенке желудка и, соответственно, получения детальной информации о степени глубины инвазии [14].

В клинической практике распространена объединенная патологоанатоморентгенологическая классификация по С. А. Холдину и Ю. Н. Соколову (1962):

- 1) экзофитные формы:
 - а) узловатые (полиповидные, грибовидные, в виде цветной капусты);
 - б) чашеподобные (блюдецобразные) с замкнутым или частично разрушенным валом;
 - в) бляшковидные (изъязвленные или без изъязвления);
- 2) эндофитные формы:
 - а) язвенно-инфильтративные;
 - б) диффузные;
- 3) смешанные.

Основные рентген-признаки рака желудка: неровные контуры и дефекты наполнения (депо), ригидность стенок, отсутствие перистальтики, замедление эвакуаторной функции, стойкое со-

хранение формы и ограничение подвижности желудка, атипичный рельеф складок слизистой (выпрямление, утолщение, ригидность, сглаженность, деформация, конвергенция, их обрыв, отсутствие). Форма опухоли определяет характер патологических рентген-признаков.

Экзофитные формы имеют дефект наполнения неправильной формы, четкие границы, бугристые контуры, валикообразные приподнятые края, изъязвления (ниши). На фоне дефекта наполнения визуализируются затеки контрастного вещества, отмечается ригидность, резкая граница между опухолью и неизменной стенкой желудка (рис. 1).

Эндофитные формы преимущественно имеют нечеткие смазанные границы, часто с большой площадью поражения в виде субциркулярного или циркулярного распространения. Желудок в таком случае может иметь вид узкой ригидной трубки с сужением просвета, деформирован с сохранением формы за счет потери эластичности стенки, рельеф слизистой изменен. Данные признаки сопровождаются отсутствием и уменьшением перистальтики, нарушением эвакуации контрастного препарата (рис. 2).

Отдельно можно выделить рентген-признаки кардиоэзофагеального рака: деформация газового пузыря, дополнительная тень на фоне газового пузыря, развернутый угол Гиса, подрытость контуров, зияние кардии, деформация, асимметричность и неровность контуров свода желудка, при стенозирующем процессе наблюдается задержка бариевой взвеси в нижнем отделе пищевода, расширение просвета пищевода (рис. 3, а, б, в).

Для стенозирующих опухолей желудка, распространяющихся на пилорический канал, характерна задержка эвакуации контрастного вещества из желудка, сужение просвета пилорического канала, зияние привратника, усиление перистальтики (рис. 4, а, б, в).

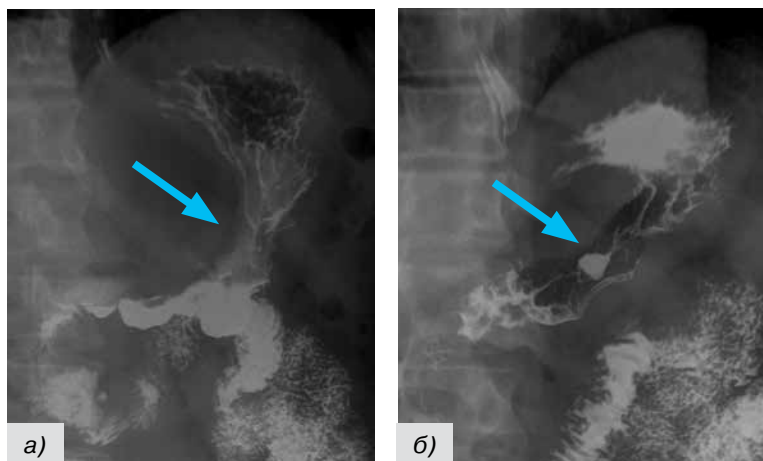


Рис. 2. Снимки, рентгеноскопия: рак тела желудка с распространением от верхней до нижней трети субциркулярно (эндофитная форма) представлен дефектом наполнения с центральным изъязвлением, складки слизистой не прослеживаются, стенки регидны (рис. 2, а, б)

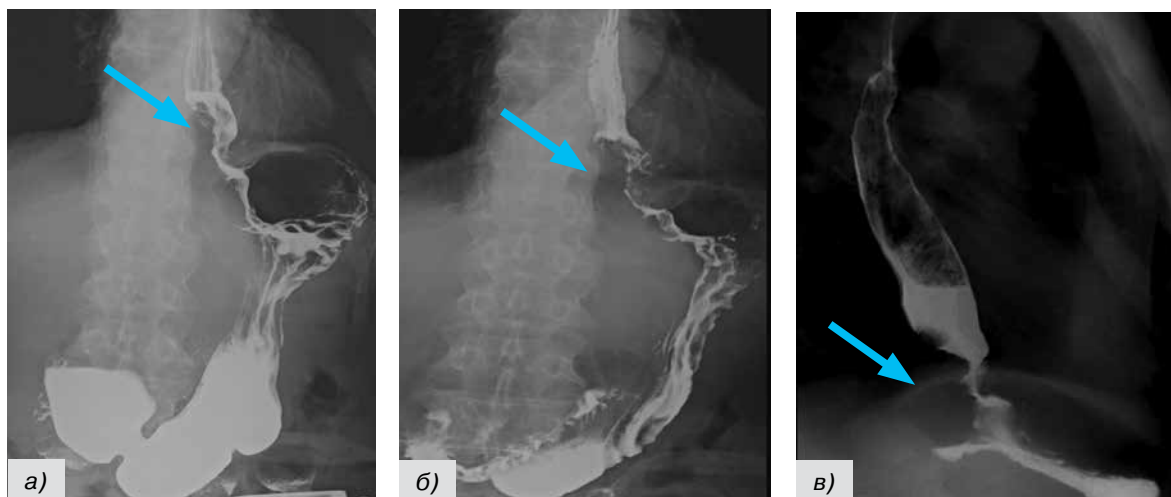


Рис. 3. Снимки, рентгеноскопия: кардиоэзофагеальный рак представлен дефектом наполнения с изъязвлениями, складки слизистой не прослеживаются, стенки регидны (а, б), определяется супрастенотическое расширение и задержка бариевой взвеси в нижнем отделе пищевода (в)

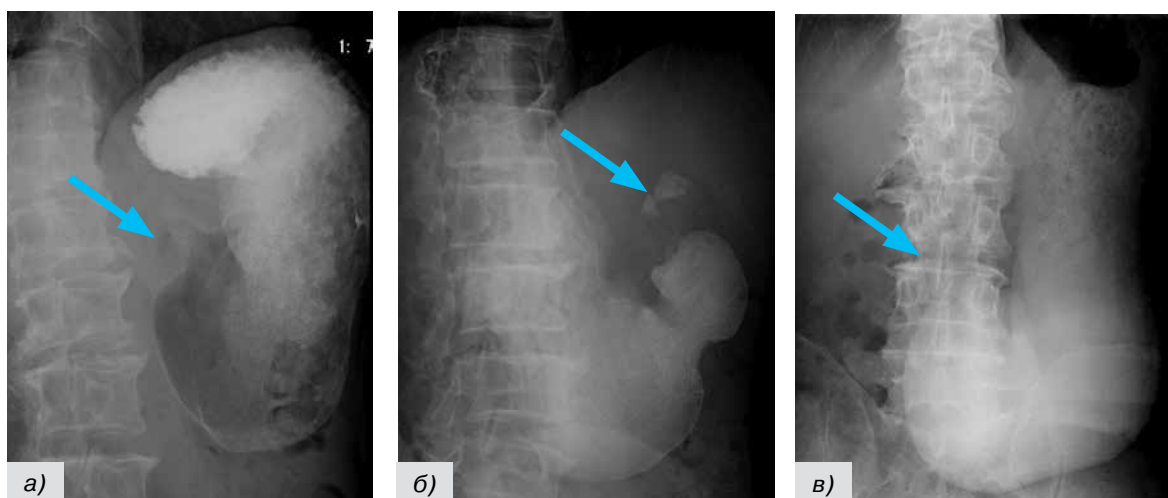


Рис. 4. Снимки рентгеноскопии: рак антрального отдела желудка представлен дефектом наполнения, сужением просвета пилорического канала, эвакуация нарушена, желудок раздут (а, б, в)

Рентгенологический метод диагностики операторозависимый, помимо этого, метод считается низкоинформативным в диагностике раннего рака желудка, так как изменения слизистой оболочки стенки в таком случае, как правило, малых размеров и визуально могут не отличаться от смежных непораженных участков [14].

Также нет возможности получить максимально полную характеристику опухолевого поражения: определить вовлечение в процесс серозной оболочки и окружающих органов и тканей, выявить/исключить региональные и отдаленные метастазы, оценить вовлечение магистральных сосудов в опухолевый процесс, определить анатомию целиако-мезентериального бассейна. Для полноценной клинической картины местного распространения процесса проведения рентгеноскопии желудка недостаточно, для клинического стадирования данный метод диагностики не несет достаточной информации.

Магнитно-резонансная томография

В настоящее время магнитно-резонансная томография (МРТ) не получила широкого распространения в качестве стандартного метода визуализации для стадирования рака желудка.

Имеющиеся данные о проведенных исследованиях желудка с помощью МРТ чаще всего демонстрируют их экспериментальный характер и представлены, как правило, небольшими выборками пациентов. Х. Нио и соавт. [16] показывают высокие показатели точности, специфичности и чувствительности в определении глубины инвазии РЖ: T1 – 90%, 96%, 60%; T2 – 86,7%, 87,5%, 83,3%; T3 – 90%, 90%, 90%; T4 – 96,7%, 100%, 87,5% соответственно, однако данное исследование включало всего 30 пациентов.

J. Liang и соавт. [17] демонстрируют 82,9% диагностической точности в определении глубины инвазии: T1 – 75,0%, T2 – 75,0%, T3 – 86,4%, T4 – 100,0%; и 74,3% диагностической точности в определении метастатического поражения лимфатических узлов: N0 – 92,9%, N1 – 58,3%, N2 – 62,5%, N3 – 100,0%, в данное исследование включено 35 больных РЖ. Y. Zhang и соавт. [15] в своем обзоре приводят достаточно противоречивые данные о возможностях стадирования РЖ методом МРТ: для T-стадирования диагностическая точность составила от 71% до 88%, для N-стадирования – от 13% до 55%. L. Zhong и соавт. [20] сообщают о 64,3% точности МРТ в предоперационном стадировании по системе TNM: точность T-стадии составила 71,4%, N – 57,1%, M – 85,7%. S. W. Hwang и соавт. [18] в своем исследовании говорят о завышении T- и N- МРТ-стадии в 23,5% и 25,0%, занижении T- и N- МРТ-стадии в 23,5% и 34,6%.

Непосредственное исследование стенки желудка возможно только в условиях растяжения его

полости, диагностика построена на оценке утолщения стенки в месте опухолевой инфильтрации и изменении интенсивности МР-сигнала от опухоли. Для растяжения может использоваться воздух как контрастное вещество (принимаются специальные шипучие гранулированные порошки или вводятся через тонкий эластичный желудочный зонд), однако воздух (газ) усиливает перистальтику желудка и дает выраженные артефакты, что создает необходимость медикаментозно снижать перистальтику желудка. Значимым недостатком метода является длительное время получения изображений, что способствует возникновению дыхательных и двигательных артефактов, снижающих возможность адекватной оценки опухолевого распространения. Для заполнения полости желудка в том числе используют сульфат бария, парамагнетики, но применение воды в качестве контрастного препарата для заполнения полости желудка при МРТ наиболее распространено [21].

МРТ позволяет оценить размер, локализацию опухоли, распространенность опухоли как в стенке желудка, так и за ее пределами на окружающие органы и ткани. Однако МРТ претерпевает определенные трудности в выявлении региональных и отдаленных лимфатических узлов небольших размеров, в оценке анатомии висцеральных сосудов и в основном используется для исключения отдаленных метастазов, особенно при дифференциальной диагностике образований печени с применением гепатотропного контрастного препарата [22]. Таким образом, МРТ обычно не рассматривается для предоперационного стадирования РЖ в клинической практике.

Позитронно-эмиссионная томография

Опухоли желудка, особенно инфильтративные формы, обладают низкой метаболической активностью [23, 24]. При перстневидноклеточном раке отмечается высокое содержание метаболически интактной слизи, что приводит к снижению накопления фтордезоксиглюкозы (ФДГ) и ее регистрации из-за ограничений ПЭТ-сканера (ФДГ-«невидимость»). Другой причиной может быть отсутствие экспрессии глюкозного транспортера (ГЛЮТ1, GLUT1) в клеточной мембране перстневидноклеточного рака и в аденокарциноме.

Кроме того, чувствительность ПЭТ ниже чувствительности КТ при диагностике регионально-го метастазирования лимфатических узлов [25]. S. Hopkins и соавт. [29] говорят о сложностях разделения региональных парагастральных лимфатических узлов по уровням метастазирования с помощью ПЭТ КТ. Ложноположительные результаты в оценке региональных и отдаленных лимфоузлов могут наблюдаться на фоне воспалительных изменений в их структуре, ложноотрицательные результаты связаны с малыми размерами опухоли

и лимфоузлов на границе разрешающей способности [26]. К. Park и соавт. [27] говорят о 67% чувствительности в выявлении местнораспространенного РЖ методом ПЭТ КТ, чувствительность, специфичность и точность выявления региональных метастатических лимфатических узлов составила 34%, 88% и 58%, ПЭТ КТ оказалось неинформативным в выявлении больных с перстневидноклеточной карциномой и с РЖ. С. Altini и соавт. [28] провели сравнительный анализ ПЭТ с ФДГ и КТ с болюсным усилением в оценке распространения РЖ с определением чувствительности, специфичности, точности, прогностической ценности положительного и отрицательного результата: для КТ в отношении первичной опухоли и региональных метастатически пораженных лимфатических узлов данные показатели составили – 92,11%, 57,14%, 86,66%, 92,11%, 57,14% и 70,83%, 61,90%, 66,66%, 68,0%, 65,0%, для ПЭТ КТ – 81,58%, 85,71%, 82,22%, 96,88%, 46,15% и 58,33%, 95,24%, 75,55%, 93,33%, 66,67% соответственно; данные показатели в отношении отдаленных метастазов для КТ составили 80,0%, 62,86%, 66,66%, 38,10%, 91,67%, для ПЭТ КТ – 60,0%, 88,57%, 82,22%, 60,0%, 88,57%; авторы работы рекомендуют совмещать КТ и ПЭТ для улучшения точности стадирования опухолевого процесса. Y. Kawana и соавт. [30] также рекомендуют интегрировать данные методы диагностики.

Точность ПЭТ КТ низкая при раннем раке желудка. Корреляции между уровнем метаболизма при ПЭТ и глубиной инвазии опухолью стенки желудка нет [31].

Также в диагностике локорегиональных рецидивов ПЭТ с ФДГ часто дает ложноположительные результаты из-за накопления ФДГ в зонах воспаления, вероятно, за счет пролиферации грануляционной, соединительной ткани в зоне резекции. P. Li и соавт. [32] в своем обзоре и метаанализе с включением 14 исследований и 828 пациентов показали 75% чувствительность ПЭТ КТ с ФДГ в выявлении рецидивов РЖ после хирургического лечения.

L.-M. Wu и соавт. [33] говорят о хороших диагностических показателях ПЭТ КТ с ФДГ в общей оценке рецидива РЖ (чувствительность – 78%, специфичность – 82%), но все же о некоторых ограничениях по сравнению с контрастно усиленной КТ.

Однако ПЭТ КТ демонстрирует эффективность в оценке ответа на проведенную химиотерапию при местнораспространенном раке желудка [34], выявлении отдаленных метастазов [35].

J. S. Lim и соавт. [37] в своем обзоре приводят данные о возможности прогнозирования ответа РЖ на предоперационную химиотерапию с помощью ПЭТ КТ с ФДГ на основе изменения значения стандартизованного накопления (SUV). F. Giganti и соавт. [38] сравнили ПЭТ с ФДГ и диффузионно-взвешенную МРТ и на основе корреляции коэффициента диффузии и изменения объема РЖ со степенью патоморфологического регресса продемонстрировали большие возможности МРТ по сравнению с ПЭТ.

P. Perlaza и соавт. [39] в своей работе сравнили возможности ПЭТ и КТ с болюсным усилением в обнаружении метастазов при РЖ: чувствительность и специфичность ПЭТ составили 68% и 100% соответственно, КТ – 64% и 93%. Данный метод диагностики дорогостоящий, не входит в стандартный диагностический алгоритм обследования больных раком желудка и для оценки местного распространения опухолевого процесса с оценкой глубины инвазии опухоли, определения групп патологически измененных лимфатических узлов обычно не применяется.

Компьютерная томография

Компьютерная томография с внутривенным болюсным контрастированием рассматривается как один из основных методов оценки местного распространения опухолевого процесса, оценки эффективности системной противоопухолевой терапии, исключения отдаленных метастазов, определения особенностей строения сосудов живота для планирования объема оператив-

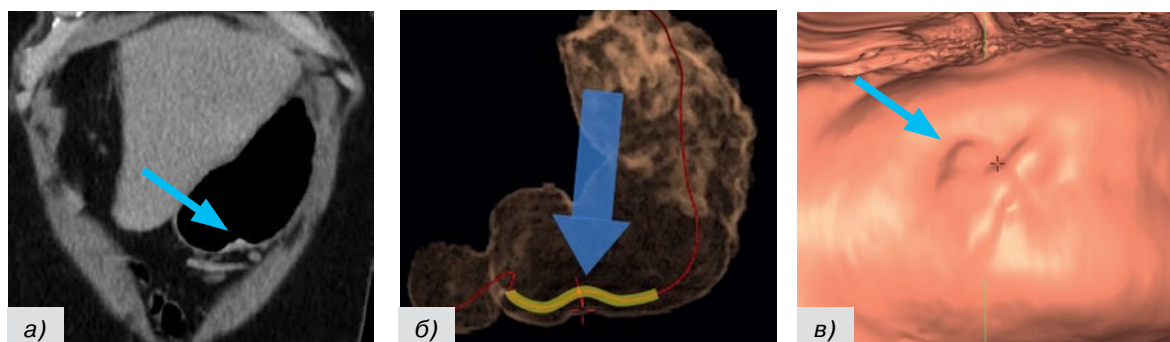


Рис. 5. Снимки КТ-пневмогастрографии, совмещенной с виртуальной гастроскопией: ранний рак желудка с локализацией в нижней трети тела по большой кривизне, клиническая глубина инвазии T1a, смешанный тип 0-IIa-0-IIc
 а – коронарная проекция, б – коронарная проекция, виртуальная гастроскопия, реконструкция, в – виртуальная гастроскопия

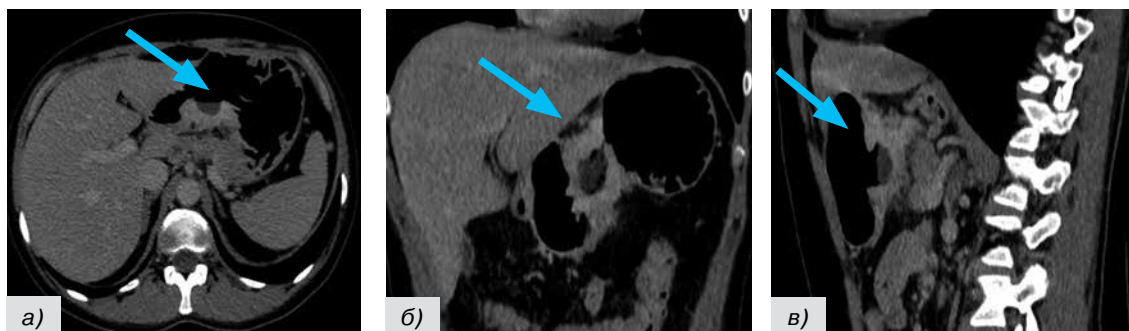


Рис. 6. Снимки КТ-пневмогастрографии: рак нижней трети тела желудка с локализацией по задней стенке, язвенная форма (Vortmann 2), прорастает все слои стенки желудка, распространяется на связочный аппарат желудка, клиническая глубина инвазии – Т4а

а – аксиальная проекция, б – коронарная проекция, в – сагиттальная проекция

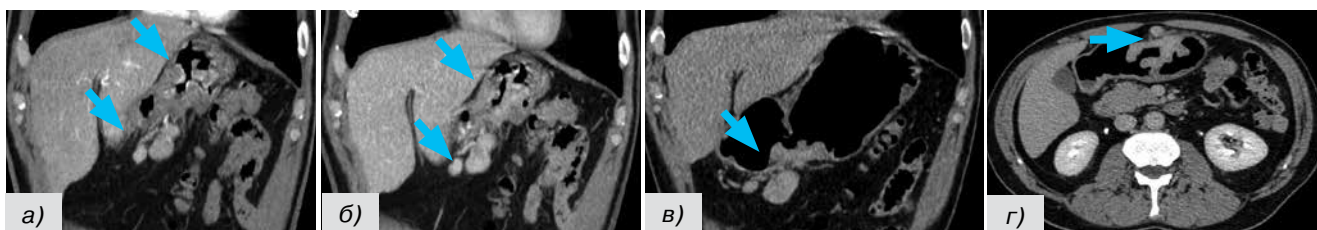


Рис. 7. Снимки КТ, совмещенной с пневмогастрографией: рак нижней трети тела и антрального отдела желудка, инфильтративно-язвенная форма (Vortmann 3), прорастает все слои стенки желудка, распространяется на связочный аппарат желудка, клиническая глубина инвазии – Т4а. Рядом с опухолью, вдоль правой желудочно-сальниковой артерии, визуализируются метастатически измененные лимфатические узлы (группа N4d)

а – коронарная проекция, артериальная фаза, б – коронарная проекция, венозная фаза, в – коронарная проекция, отсроченная фаза с раздуванием просвета желудка газом, г – аксиальная проекция, отсроченная фаза с раздуванием просвета желудка газом

ного вмешательства. Однако диагностические показатели метода, по данным различных авторов, варьируют достаточно в широких пределах. М. А. López-Ramírez и соавт. [40] приводят данные о точности, чувствительности и специфичности КТ в стадировании больных РЖ на предоперационном этапе по системе TNM: в отношении Т-стадии диагностические показатели варьируют в пределах 67–96%, 0–100%, 71–100% соответственно, в отношении N-стадии – 66–73%, 15–58%, 76–85%, в целом в отношении постановки клинической стадии – 67–96%, 0–80%, 65–97%.

Эффективность метода во многом зависит от протокола сканирования [19]. М. Н. Lee и соавт. [41] в своей работе приводят литературные данные о значительном различии точности выявления первичной опухоли в зависимости от протокола КТ-сканирования: от 36–48% до 73–96%. А. Y. Kim и соавт. [43] говорят о преимуществе 3D-КТ-визуализации с использованием объемного рендеринга и виртуальной гастроскопии над 2D-изображениями с обычной осевой двумерной КТ с повышением точности Т-стадирования РЖ до 84% против 77% и N-стадирования до 63% против 61%. Виртуальная КТ-гастроскопия с MPR-визуализацией является полезной модальностью в обнаружении РЖ, оценке его макроскопических характеристик, оценки глубины инвазии [44, 47]. Изображения, полученные с помощью

данного метода, могут помочь в планировании объема хирургического вмешательства, демонстрируя точную локализацию опухоли [45]. Н. J. Kim и соавт. [46] показали более высокие диагностические показатели в отношении частоты обнаружения РЖ и Т-стадирования: при КТ-гастроскопии данные показатели составили 98% и 84%, при КТ без гастроскопии – 87% и 77%; однако для N- и M-стадирования различия между методами не было – 64% и 86%. К. Furukawa и соавт. [48] сравнили виртуальную КТ-гастроскопию и ЭУС: точность Т-стадирования РЖ для КТ составила 82,2%, для ЭУС – 83,7%; общая частота выявления РЖ с помощью виртуальной гастроскопии составила 67,7%, частота обнаружения опухолей Т1а, Т1b и Т2 или более глубокие составили соответственно 37,8%, 75,0% и 98,3%.

При КТ применяются водорастворимые йодсодержащие контрастные препараты. Основным недостатком метода является ионизирующее излучение. Также невозможно провести исследование, если имеется аллергическая реакция на йодсодержащие препараты.

Условие хорошего исследования – растянутый желудок без плотного содержимого; в качестве контрастного агента применяются различные средства: водные растворы рентгеноконтрастных веществ, обычная вода (гидро-КТ), воздух (КТ-пневмогастрография) (рис. 5, а, б, в), комби-

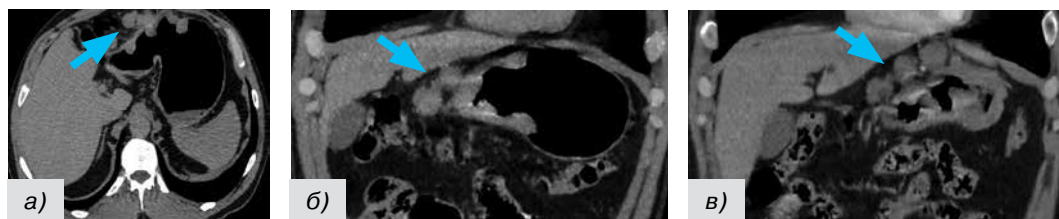


Рис. 8. Снимки КТ, совмещенной с пневмогастрографией: рак нижней трети тела и антрального отдела желудка, инфильтративно-язвенная форма (Vorgmann 3), прорастает все слои стенки желудка, распространяется на связочный аппарат желудка, клиническая глубина инвазии – T4a. Рядом с опухолью, вдоль правой желудочно-сальниковой артерии, визуализируется цепочка метастатически измененных лимфатических узлов (группа N4d)
 а – аксиальная проекция, отсроченная фаза с раздуванием просвета желудка газом, б – коронарная проекция, артериальная фаза, в – коронарная проекция артериальная фаза

нированное применение перорального контрастирования с внутривенным введением препаратов для получения отображения слоев стенки желудка; используется полипозиционное сканирование, для релаксации мускулатуры желудка применяют антиспастические средства. Хорошее раздувание просвета желудка контрастным веществом позволяет избежать ложных результатов, связанных с псевдоутолщениями и искажением определения толщины стенки желудка, позволяет получить наиболее объективную информацию о внутривенной опухолевой инфильтрации, определить точную локализацию и границы опухоли, морфологический тип [13]. Из трех видов пероральных агентов (положительных – контрастный препарат, отрицательных – газ и нейтральных – вода) именно отрицательные предпочтительны при построении трехмерных реконструкций с использованием опции виртуальной гастроскопии, что позволяет дифференцировать ранний рак желудка [64] (рис. 5, а, б, в). При гидро-КТ с использованием обычной воды, как правило, одновременно перорально принимается до 1000 мл, что для больных РЖ может оказаться достаточно затруднительным. J.-S. Yu и соавт. [49] провели исследование с участием больных ранним РЖ, которым проводилась гидро-КТ. В 98% ранний РЖ не был обнаружен, в 2% имелись региональные лимфатические узлы, что послужило сигналом для обнаружения опухоли.

При КТ возможно дифференцировать три слоя стенки желудка: слизистый, подслизистый и мышечный. Для определения глубины опухолевой инвазии выделяют следующие КТ-признаки: деформация, утолщение, истончение и/или «уплощение» слоев стенки, нарушение рельефа слизистой оболочки, конвергенция складок слизистой, наличие изъязвлений, ниш, валов, отсутствие дифференцировки между слоями стенки, нечеткость контура, повышение плотности клетчатки малого/большого сальника, связочного аппарата, вовлечение соседних органов [54].

Как для оценки глубины инвазии рака желудка с помощью КТ, так и для определения морфологических типов опухоли по классификации Vorgmann, Lauren, и для оценки степени ответа опухоли на проведенное химиотерапевтическое лечение, необходимо соблюдение принципа протокола сканирования с растяжением его просвета и многофазным сканированием с внутривенным болюсным усилением [36] (рис. 6, а, б, в, рис. 9, а, б, в). Стоит оценивать не только количественные параметры с указанием размеров, объема (КТ-волюмометрия), но и качественные признаки с оценкой характера внутривенной опухолевой инфильтрации, степени накопления и вымывания контрастного препарата во все фазы (паттерн контрастирования), что определяет васкуляризацию опухоли [42].

По данным литературы, ни один из методов, применяемых для клинического N-стадирования

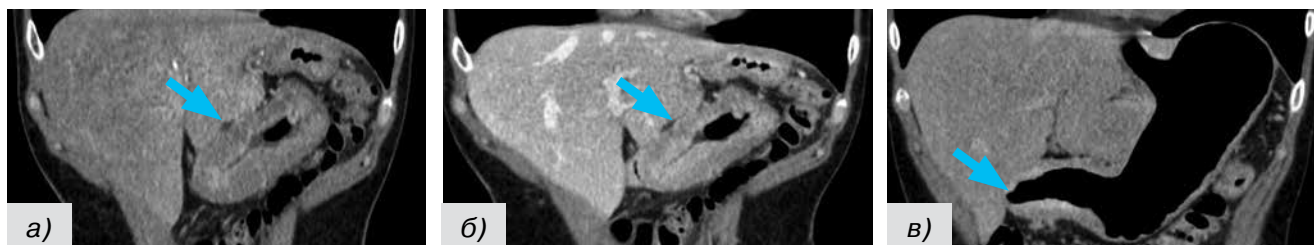


Рис. 9. Снимки КТ, совмещенной с пневмогастрографией: диффузно-инфильтративный рак желудка с преобладанием изменений в антральном отделе, клинической глубиной инвазии T4a, диффузный тип по классификации Lauren, патоморфологически-перстневидноклеточный рак (предшествовали многократные ложноотрицательные результаты биопсии). Характерная КТ-картина в виде интрамуральной инфильтрации
 а – коронарная проекция, артериальная фаза, б – коронарная проекция, венозная фаза, в – коронарная проекция, отсроченная фаза с раздуванием просвета желудка газом

РЖ, не обладает достаточной точностью и имеет свои преимущества и недостатки, при комбинации методов точность достигает 50–90% [50]. В свою очередь, N-стадия имеет первостепенное значение для стадирования опухолевого процесса и принятия решения о дальнейшей тактике лечения, в частности определение объема лимфаденэктомии и проведение ХТ, клинически это может определить прогноз в целом.

С. Vergadis и соавт. [50] в своем обзоре приводят данные о вариабельных значениях точности, чувствительности и специфичности N-стадирования методом КТ: 40–50%, 50–90%, 60–90% соответственно. В исследовании М. Ohashi и соавт. [51] точность для N1-стадии составила 32,6% (18–47,1%), для N2 – 53,8% (37,5–70,1%), для N3 – 46,2% (32,1–60,2%).

КТ используется в качестве первого диагностического метода для определения стадии опухолевого процесса, являясь высокоинформативным методом оценки внеорганного распространения РЖ, выделения резектабельных пациентов с исключением выполнения ненужных лапаротомий.

J.-I. Choi и соавт. [52] приводят данные о чувствительности и специфичности КТ для метастазов печени и перитонеального карциноматоза: 74% и 99% и 33% и 99% соответственно.

КТ позволяет ответить на максимальное количество поставленных вопросов для уточнения стадирования опухолевого процесса согласно системе TNM [53], планирования объема оперативного вмешательства и дальнейшей диагностики послеоперационных осложнений, определения показаний к неоадьювантной терапии и оценки ее эффективности, разрешает проводить динамические наблюдения с возможной коррекцией и оптимизацией методов лечения, диагностировать локорегиональные рецидивы, отдаленное метастазирование. В целом, учитывая возможности КТ, повышается эффективность лечения и общий прогноз. КТ рассматривается как один из наиболее информативных способов определения местной распространенности опухолевого процесса (рис. 7, а, б, в, г, рис. 8, а, б, в).

Помимо этого, КТ, совмещенная с ангиографией, является наиболее точным методом для диагности-

ки вариантного строения висцеральных артерий, участвующих в кровоснабжении органов верхнего этажа брюшной полости и их особенностей, что является важным для планирования тактики оперативного вмешательства, в том числе планирования объема лимфодиссекции [65, 66]. Многие проведенные исследования демонстрируют высокую прогностическую значимость и высокую чувствительность – 100% компьютерно-томографической ангиографии в оценке сосудистого строения, а следовательно, и лимфатического [55] (рис. 10, а, б).

Номера групп лимфатических узлов обеспечивают прямое хирургическое наведение. Установлено влияние анатомической классификации на прогноз, однако одна и та же группа лимфатических узлов в зависимости от локализации первичной опухоли желудка может соответствовать разным этапам метастазирования, принадлежать разным лимфатическим коллекторам. Имеются литературные сведения о том, что ЛУ 2-го и 3-го порядка являются независимым прогностическим фактором, влияющим на ухудшение прогноза и снижение выживаемости. Т. Son и соавт. [56] на основании анализа 4043 оперированных больных РЖ продемонстрировали влияние анатомической классификации на прогноз. J. Wang и соавт [57] в своей работе показывают 9,91% и 16,11% частоту метастазирования для ЛУ № 5 и № 6 соответственно при проксимальном РЖ с 5-летней общей выживаемостью 31,7%. С. Zheng и соавт. [58] говорят об ухудшении выживаемости при наличии метастазов в группе ЛУ №14v, что также является предиктором возникновения метастазов в группе ЛУ № 6 в 99%. Т. Son и соавт. [59] приводят данные о наличии метастазов в ЛУ ворот селезенки – группы № 10 в 5,8–26,7% с 5-летней общей и безрецидивной выживаемостью 24,1% и 12,1% соответственно; 5-летняя общая выживаемость при метастатическом поражении ЛУ групп № 8a, 9, 11, 12a составила 28,0%, 26,4%, 19,5%, 14,3%, а безрецидивная выживаемость – 20,2%, 17,0%, 9,4%, 7,9% соответственно. S. E. Oh и соавт. [60] приводят данные о поражении ЛУ гепатодуоденальной связки – группы № 12a: 5-летняя выживаемость пациентов с I–III стадией заболевания составила

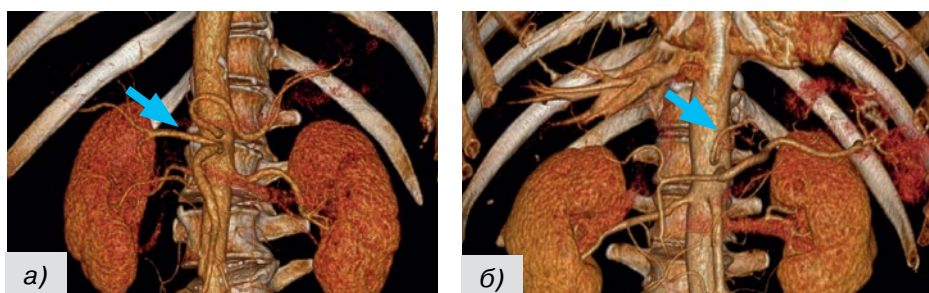


Рис. 10. Снимки КТ-ангиографии: а – общая печеночная артерия отходит от верхней брыжеечной артерии, б – левая желудочная артерия отходит самостоятельно от чревного ствола, от левой желудочной артерии – замещающая левая печеночная артерия

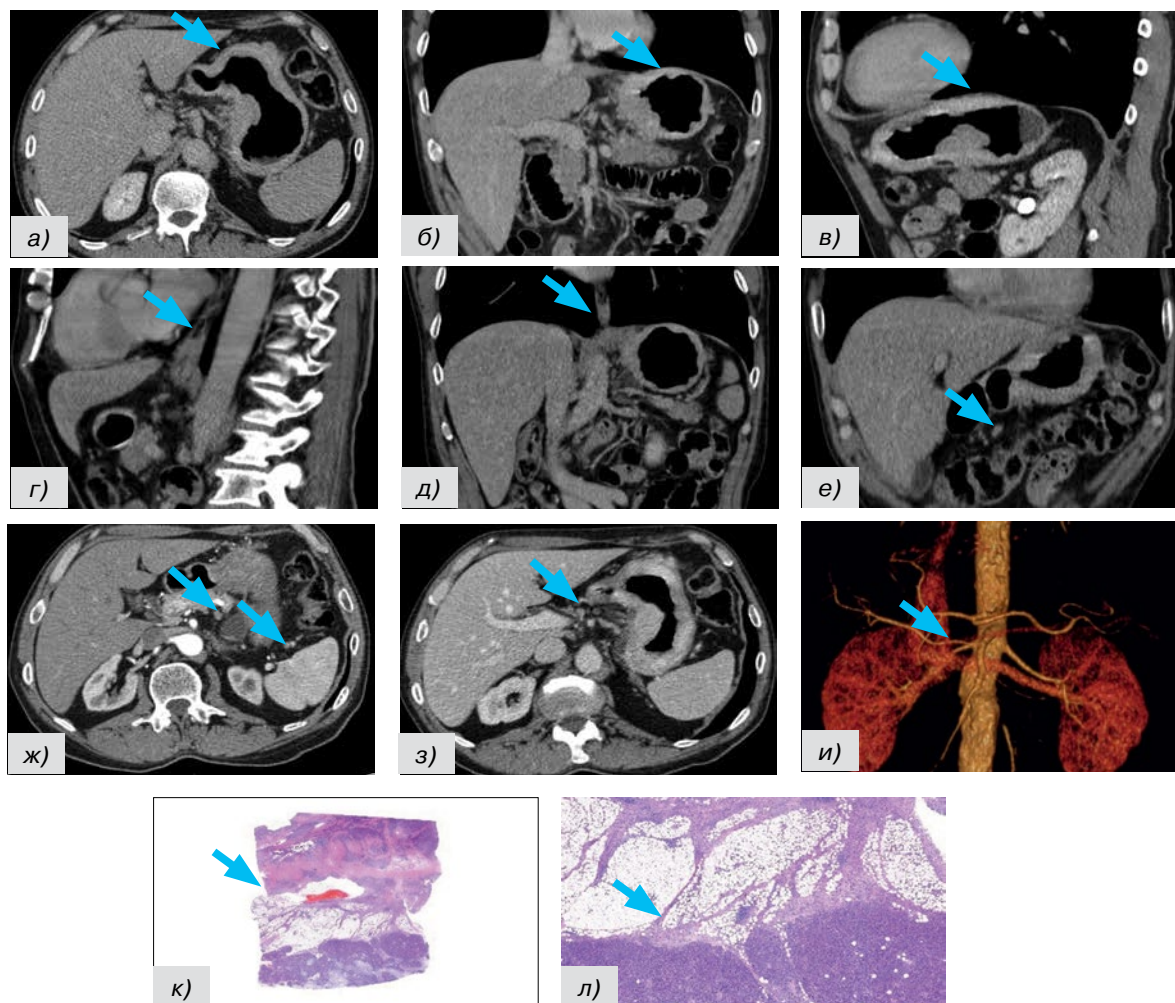


Рис. 11. Снимки больного раком желудка (местнораспространенный процесс) cT4bN3bM1 (per):
 а, б, в – аксиальная, коронарная, сагиттальная проекция КТ-изображений опухоли желудка в отсроченную фазу сканирования (пневмогастрография), г, д – сагиттальная и коронарная проекция КТ-изображений в отсроченную фазу сканирования (пневмогастрография) распространения процесса на наддиафрагмальный сегмент пищевода, е – коронарная проекция КТ-изображений в отсроченную фазу сканирования (пневмогастрография) лимфатического узла группы 4d с признаками метастатического поражения, ж – аксиальная проекция КТ-изображения лимфатических узлов групп 11p и 10 с признаками метастатического поражения в артериальную фазу сканирования, з – аксиальная проекция КТ-изображения лимфатического узла группы 8a с признаками метастатического поражения в венозную фазу, и – 3D-реконструкция сосудов, замещающая правая печеночная артерия, отходящая от верхней брыжеечной артерии, к, л – патоморфологические снимки опухоли желудка с инвазией в поджелудочную железу.

59,3%, при IV стадии – 18,8%; у пациентов с III стадией 5-летняя выживаемость 12a-положительной группы была ниже, чем у 12a-отрицательной группы (51,7% против 66,3%). По данным исследований, метастазы в ЛУ группы № 12a имеют место у 20% больных [61]. 5-летняя выживаемость при поражении ЛУ группы № 13 составляет 0–2% [62], а при поражении ЛУ группы № 11d – 0% [63]. КТ-ангиография позволяет с высокой точностью определить групповую принадлежность лимфатических узлов, лимфатический коллектор в соответствии с локализацией опухоли.

Протокол описания КТ-пневмогастрографии на примере клинического случая – больного раком желудка, оперированного в ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии имени Н. Н. Петрова» Минздрава России (рис. 11, а-л)

При КТ, совмещенной с пневмогастрографией, внутривенным болюсным усилением и многофазным сканированием, визуализируется образование с локализацией от наддиафрагмального сегмента пищевода до пилорического канала циркулярно (верхний край определяется ~ в 35 мм выше хиатального отверстия диафрагмы) (рис. 11, а-з).

Образование с инфильтративным типом роста – 4-й тип по классификации Borrmann.

Опухолевый центр значительно ниже кардио-эзофагеального перехода – 3-го типа по Siewert. Глубина инвазии оценивается как T4b за счет перехода процесса на мезоколон и тело поджелудочной железы. Также отмечается распространение опухолевой инфильтрации на связочный аппарат желудка, инфильтрация клетчатки малого и большого сальников.

Выраженные явления экстрамуральной лимфоваскулярной инфильтрации.

Размеры образования по протяженности ниже хиатального отверстия диафрагмы – около 160 мм, толщина достигает ~ 20–23 мм.

Визуализируются многочисленные региональные парагастральные лимфоузлы 1-го, 2-го порядка с признаками структурных изменений, характерных для метастатического поражения размерами до 10–13 мм (рис. 11, е, ж, з).

Визуализируются перитонеальные изменения, характерные для карциноматоза, в виде локальных фокусов уплотнения тяжистого характера: в левом поддиафрагмальном пространстве, в области малого сальника, сальниковой сумки, мезоколон. В сальниковой сумке определяется небольшой объем отграниченной жидкости, а также минимальное количество свободной жидкости в брюшной полости (рис. 11, ж, з).

Выявлена вариантная анатомия целиако-мезентериального бассейна: замещающая правая печеночная артерия, отходящая от верхней брыжеечной артерии (3-й тип, N. Michels) (рис. 11, и).

КТ-стадия: cT4bN3bM1 (per).

После проведения диагностической лапароскопии выявлены положительные перитонеальные смывы. Выставлен клинический диагноз: тотальный рак желудка с распространением на пищевод cT4bN3M1 (Cyt+). Пациенту проведено 4 цикла НАПХТ по схеме FOLFOX. После 3-го цикла НАПХТ

отмечена нейтропения 4-й степени. 4-й цикл НАПХТ по схеме FOLFOX проведен в редуцированных на 20% дозах. После 4 циклов НАПХТ осуществлена повторно КТ-пневмогастрография, при которой отмечена стабилизация процесса, КТ-стадия: уcT4bN3bM1 (per). Сформулированы показания к плановой операции.

При ревизии – в брюшной полости карциноматоз брюшины, явных отдаленных метастазов нет, однако повторно получены положительные перитонеальные смывы. Выполнена комбинированная гастрэктомия с резекцией пищевода, дистальной субтотальной резекцией поджелудочной железы, спленэктомией, резекцией мезоколон, внутрибрюшная лимфодиссекция в объеме D2. Диагноз до операции: cT4bN3M1 (Cyt+), диагноз после операции: cT4bN3M1 (Cyt+).

По результатам патоморфологического заключения операционного материала резидуальная опухоль желудка представлена раком желудка из плохо сцепленных клеток с лимфоваскулярной инвазией, инвазией сквозь все слои стенки в жировую клетчатку малого и большого сальников, распространенной инвазией в серозную оболочку с выходом на ее поверхность, инвазией в мезоколон, в поджелудочную железу (рис. 11, к, л), множественными метастазами в брюшину. Опухоль без признаков лечебного патоморфоза. Метастазы в лимфоузлах групп 1, 2, 3а, 3б, 4а, 4д, 6, 7, 8а, 11р, 10 без признаков лечебного патоморфоза. Патологическая стадия: урT4bN3bM1 (per).

ЛИТЕРАТУРА

1. Global Cancer Observatory [Internet]. International Agency for Research on Cancer [cited 2021 March 14]. – URL: <https://gco.iarc.fr/resources.php>
2. Клинические рекомендации. Рак желудка. – М.: Ассоциация онкологов России. Российское общество клинической онкологии, 2018. – 34 с. – URL: http://www.oncology.ru/association/clinical-guidelines/2018/rak_zheludka_pr2018.pdf
3. Клинические рекомендации. Рак желудка. – М.: Ассоциация онкологов России. Российское общество клинической онкологии, 2018. – URL: http://www.oncology.ru/association/clinical-guidelines/2018/rak_zheludka_pr2018.pdf
4. Рак желудка: что определяет стандарты хирургического лечения / М. И. Давыдов, М. Д. Тер-Ованесов, А. Н. Абдихакимов [и др.] // Практическая онкология. – 2001. – Т. 3 (7). – С. 18–24.
5. Практические рекомендации по лекарственному лечению рака желудка / Н. С. Бесова, М. Ю. Бяхов, М. М. Константинова [и др.] // Злокачественные опухоли. – 2017. – Т. 7 (3s2). – С. 248–260. – URL: <https://doi.org/10.18027/2224-5057-2017-7-3s2-248-260>
6. Clinicopathologic characteristics and prognostic factors in 10 783 patients with gastric cancer / J. P. Kim, J. H. Lee, S. J. Kim [et al.] // Gastric cancer. – 1998. – Vol. 1 (2). – P. 125–133. – URL: <https://doi.org/10.1007/s101200050006>
7. Современные подходы к лечению местнораспространенного и резектабельного рака желудка / Л. В. Болотина, Л. В. Крамская, Т. И. Дешкина [и др.] // Онкология. Журнал имени П. А. Герцена. – 2015. – Т. 4 (4). – С. 52–56. – URL: <https://doi.org/10.17116/onkolog20154452-56>
8. Причины рецидива рака желудка у больных после радикального лечения / А. Г. Барышев, В. А. Порханов, А. Ю. Попов [и др.] // Сибирский онкологический журнал. – 2017. – Т. 16 (1). – С. 23–31. – URL: <https://doi.org/10.21294/1814-4861-2017-16-1-23-31>
9. Рак желудка: предоперационное обследование и актуальные аспекты стадирования / М. И. Давыдов, М. Д. Тер-Ованесов, А. Н. Абдихакимов [и др.] // Практическая онкология. – 2001. Т. 3 (7). – С. 9–17.
10. Лучевые методы в диагностике и стадировании рака желудка / В. А. Солодкий, Н. В. Нуднов, В. Д. Чхиквадзе [и др.] // Медицинская визуализация. – 2017. – Т. 21 (6). – С. 30–40. – URL: <https://doi.org/10.24835/1607-0763-2017-6-30-40>

11. Portnoy L. M. Radiologic Diagnosis of Gastric Cancer. A new Outlook. – Springer Medizin Verlag Heidelberg, 2006. – 316 p.
12. Портной Л. М., Ивашкин, В. Т. Возможности комбинированного применения традиционной и цифровой рентгенографии в диагностике рака желудка // Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии. – 2007. – № 17 (3). – С. 1–14.
13. Визуализация рака желудка: компьютерно-томографическая пневмогастрография / И. Д. Амелина, Л. Н. Шевкунов, А. М. Карачун [и др.] // Вестник рентгенологии и радиологии. – 2021. – Т. 102, № 3. – С. 155–165. – URL: <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2021-102-3-155-165>
14. Comparing upper gastrointestinal X-ray and endoscopy for gastric cancer diagnosis in Korea / H. Y. Lee, E. C. Park, J. K. Jun [et al.] // World J. Gastroenterol. – 2010. – Vol. 16 (2). – P. 245–250. – URL: <http://www.wjgnet.com/1007-9327/full/v16/i2/245.htm>; <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.3748/wjg.v16.i2.245>
15. Zhang Y., Yu J. The role of MRI in the diagnosis and treatment of gastric cancer // Diagnostic and Interventional Radiology (Ankara, Turkey). – 2020. – Vol. 26 (3). – P. 176–182. – URL: <https://doi.org/10.5152/dir.2019.19375>
16. Clinical value of magnetic resonance imaging in preoperative T-staging of gastric cancer and postoperative pathological diagnosis / X. Huo, K. Yuan, Y. Shen [et al.] // Oncology Letters. – 2014. – Vol. 8 (1). – P. 275–280. – URL: <https://doi.org/10.3892/ol.2014.2135>
17. Role of diffusion-weighted magnetic resonance imaging and apparent diffusion coefficient values in the detection of gastric carcinoma / J. Liang, H. Lv, Q. Liu [et al.] // Int. J. Clin. Exp. Med. – 2015. – Vol. 8 (9). – P. 15639–15647.
18. Hwang, S. W., Lee D. H. Is endoscopic ultrasonography still the modality of choice in preoperative staging of gastric cancer? // World J. Gastroenterol. – 2014. – Vol. 20 (38). – P. 13775–13782. – URL: <http://www.wjgnet.com/1007-9327/full/v20/i38/13775.htm>; <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.3748/wjg.v20.i38.13775>
19. Диагностика и T-стадирование рака желудка: сравнение стандартной компьютерной томографии и компьютерно-томографической пневмогастрографии / И. Д. Амелина, Л. Н. Шевкунов, А. М. Карачун [и др.] // Вестник Российской Военно-медицинской академии. – 2021. – № 2 (74). – С. 99–106. – URL: <https://doi.org/10.17816/brmma70384>.
20. Preoperative diagnosis of gastric cancer using 2-D magnetic resonance imaging with 3-D reconstruction techniques / L. Zhong, L. Li, J. H. Sun [et al.] // Chin. J. Dig. Dis. – 2005. – Vol. 6 (4). – P. 159–164. – URL: <https://doi.org/10.1111/j.1443-9573.2005.00224.x>
21. The Royal College of Radiologists (2006) Recommendations for Cross-Sectional Imaging in Cancer Management: Computed Tomography – CT, Magnetic Resonance Imaging – MRI, Positron Emission Tomography – PET-CT. – London: Royal College of Radiologists. – 129 p.
22. CT/MRI accuracy in detecting and determining preoperative stage of gastric adenocarcinoma in Albania / A. Malaj, F. Bilaj, A. Shahini [et al.] // Contemporary Oncology (Poznan, Poland). – 2017. – Vol. 21 (2). – P. 168–173. – URL: <https://doi.org/10.5114/wo.2017.68626>
23. Hopkins S., Yang G. Y. FDG PET imaging in the staging and management of gastric cancer // Gastrointest. Oncol. – 2011. – Vol. 2 (1). – P. 39–44. – URL: <https://doi.org/10.3978/j.issn.2078-6891.2010.004>
24. Improving patient selection for 18F-FDG PET scanning in the staging of gastric cancer / Y. Kaneko, W. K. Murray, E. Link [et al.] // J. of Nuclear Medicine. – 2015. – Vol. 56 (4). – P. 523–529. – URL: <https://doi.org/10.2967/jnumed.114.150946>
25. Improvement in preoperative staging of gastric adenocarcinoma with positron emission tomography / J. Chen, J. H. Cheong, M. J. Yun [et al.] // Cancer. – 2005. – Vol. 103 (11). – P. 2383–2390. – URL: <https://doi.org/10.1002/cncr.21074>
26. Конурбаев Т. П. ПЭТ/КТ-сканирование лимфогенного метастазирования при раке верхних отделов ЖКТ // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 3. – С. 453.
27. Usefulness of combined PET/CT to assess regional lymph node involvement in gastric cancer / K. Park, G. Jang, S. Baek [et al.] // Tumori. – 2014. – Vol. 100 (2). – P. 201–206. – URL: <https://doi.org/10.1700/1491.16415>
28. 18F-FDG PET/CT role in staging of gastric carcinomas: comparison with conventional contrast enhancement computed tomography / C. Altini, A. A. Niccoli, A. Di Palo [et al.] // Medicine. – 2015. – Vol. 94 (20). – P. e864. – URL: <https://doi.org/10.1097/MD.0000000000000864>
29. Hopkins S., Yang G. Y. FDG PET imaging in the staging and management of gastric cancer // J. Gastrointest. Oncol. – 2011. – Vol. 2 (1). – P. 39–44. – URL: <https://doi.org/10.3978/j.issn.2078-6891.2010.004>
30. Added value of pretreatment (18) F-FDG PET/CT for staging of advanced gastric cancer: Comparison with contrast-enhanced MDCT / Y. Kawanaka, K. Kitajima, K. Fukushima [et al.] // Eur. J. Radiol. – 2016. – Vol. 85 (5). – P. 989–995. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2016.03.003>
31. The peak-standardized uptake value (P-SUV) by preoperative positron emission tomography-computed tomography (PET-CT) is a useful indicator of lymph node metastasis in gastric cancer / H. H. Oh, S. E. Lee, I. S. Choi [et al.] // Surg. Oncol. – 2011. – Vol. 104 (5). – P. 530–533. – URL: <https://doi.org/10.1002/jso.21985>
32. Fluorine-18-fluorodeoxyglucose positron emission tomography to evaluate recurrent gastric cancer after surgical resection: a systematic review and meta-analysis / P. Li, Q. Liu, C. Wang [et al.] // Ann. Nucl. Med. – 2016. – Vol. 30 (3). – P. 179–187. – URL: <https://doi.org/10.1007/s12149-016-1058-y>

33. 18 F-fluorodeoxyglucose positron emission tomography to evaluate recurrent gastric cancer: a systematic review and meta-analysis / L.-M. Wu, J. N. Hu, J. Hua [et al.] // *J. Gastroenterol. Hepatol.* – 2012. – Vol. 27 (3). – P. 472–480. – URL: <https://doi.org/10.1111/j.1440-1746.2011.06919.x>
34. Совмещенная позитронно-эмиссионная и компьютерная томография в диагностике и стадировании опухолей грудной и брюшной полости / И. В. Бойков, Г. Е. Труфанов, В. В. Рязанов [и др.] // *Вестник Российской Военно-Медицинской академии.* – 2009. – Т. 3 (27). – С. 72–79.
35. Staging FDG PET-CT changes management in patients with gastric adenocarcinoma who are eligible for radical treatment / K. D. Bosch, S. Chicklore, G. J. Cook [et al.] // *Eur. J. Nucl. Med. Mol. Imaging.* – 2020. – Vol. 47 (4). – P. 759–767. – URL: <https://doi.org/10.1007/s00259-019-04429-x>
36. Возможности компьютерно-томографической пневмогастрографии в определении степени регресса местнораспространенного рака желудка после проведения неoadъювантной химиотерапии / И. Д. Амелина, А. М. Карачун, Д. В. Нестеров [и др.] // *Сибирский онкологический журнал.* – 2021. – Т. 20, № 5. – С. 18–30. – URL: <https://doi.org/10.21294/1814-4861-2021-20-5-18-30>
37. CT and PET in stomach cancer: preoperative staging and monitoring of response to therapy / J. S. Lim, M. J. Yun, M. J. Kim [et al.] // *Radiographics: a review publication of the Radiological Society of North America, Inc.* – 2006. – Vol. 26 (1). – P. 143–156. – URL: <https://doi.org/10.1148/rg.261055078>
38. Response to chemotherapy in gastric adenocarcinoma with diffusion-weighted MRI and (18) F-FDG-PET/CT: correlation of apparent diffusion coefficient and partial volume corrected standardized uptake value with histological tumor regression grade / F. Giganti, F. De Cobelli, C. Canevari [et al.] // *JMRI.* – 2014. – Vol. 40 (5). – P. 1147–1157. – URL: <https://doi.org/10.1002/jmri.24464>
39. Should 18F-FDG PET/CT Be Routinely Performed in the Clinical Staging of Locally Advanced Gastric Adenocarcinoma? / P. Perlaza, J. Ortín, M. Pagès [et al.] // *Clin. Nucl. Med.* – 2018. – Vol. 43 (6). – P. 402–410. – URL: <https://doi.org/10.1097/RLU.0000000000002028>
40. Correlation between preoperative tomographic staging and definitive histopathologic results in gastric cancer at the Hospital Central Militar / M. A. López-Ramírez, C. D. Lever-Rosas, G. A. Motta-Ramírez [et al.] // *Rev. Gastroent. México.* – 2017. – Vol. 82 (3). – P. 210–216.
41. Gastric cancer: Imaging and staging with MDCT based on the 7th AJCC guidelines / M. H. Lee, D. Choi, M. J. Park [et al.] // *Abd. Imaging.* – 2012. – Vol. 37. – P. 531–540. – URL: <https://doi.org/10.1007/s00261-011-9780-3>
42. Компьютерно-томографическая пневмогастрография в определении типов рака желудка по классификации Lauren / И. Д. Амелина, Д. В. Нестеров, Л. Н. Шевкунов [и др.] // *Злокачественные опухоли.* – 2021. – Т. 11, № 2. – С. 13–26. – URL: <https://doi.org/10.18027/2224-5057-2021-11-2-13-26>
43. Kim A. Y., Kim H. J., Ha H. K. Gastric cancer by multidetector row CT: preoperative staging // *Abd. Imaging.* – 2005. – Vol. 30 (4). – P. 465–472. – URL: <https://doi.org/10.1007/s00261-004-0273-5>
44. Computed tomography with a stomach protocol and virtual gastroscopy in the staging of gastric cancer: an initial experience / M. Almeida, L. Verza, A. Bitencourt [et al.] // *Radiol. Brasileira.* – 2018. – Vol. 51 (4). – P. 211–217. – URL: <https://doi.org/10.1590/0100-3984.2017.0097>
45. CT gastrography “wall-carving technique” of gastric cancer: impact of contrast enhancement based on layer depth / D. Tsurumaru, Y. Nishimuta, T. Muraki [et al.] // *Japanese J. Radiol.* – 2019. – Vol. 37 (8). – P. 597–604. – URL: <https://doi.org/10.1007/s11604-019-00845-z>
46. Gastric cancer staging at multi-detector row CT gastrography: comparison of transverse and volumetric CT scanning / H. J. Kim, A. Y. Kim, S. T. Oh [et al.] // *Radiology.* – 2005. – Vol. 236 (3). – P. 879–885. – URL: <https://doi.org/10.1148/radiol.2363041101>
47. Zytoon A. A., El-Atfey S. I. B., Hassanein S. Diagnosis of gastric cancer by MDCT gastrography: diagnostic characteristics and management potential // *Egyptian J. Rad. and Nucl. Med.* – 2020. – Vol. 51. – P. 30. – URL: <https://doi.org/10.1186/s43055-020-0148-y>
48. Diagnosis of the invasion depth of gastric cancer using MDCT with virtual gastroscopy: comparison with staging with endoscopic ultrasound / K. Furukawa, R. Miyahara, A. Itoh [et al.] // *AJR.* – 2011. – Vol. 197 (4). – P. 867–875. – URL: <https://doi.org/10.2214/AJR.10.5872>
49. Value of nonvisualized primary lesions of gastric cancer on preoperative MDCT / J.-S. Yu, S. H. Choi, W. H. Choi [et al.] // *AJR.* – 2007. – Vol. 189 (6). – P. W315–W319. – URL: <https://doi.org/10.2214/AJR.07.2672>
50. Vergadis C., Schizas D. Is Accurate N-Staging for Gastric Cancer Possible? // *Front Surg.* – 2018. – Vol. 5. – P. 41. – URL: <https://doi.org/10.3389/fsurg.2018.00041>
51. Evaluation of 64-channel contrast-enhanced multi-detector row computed tomography for preoperative N staging in cT2-4 gastric Carcinoma / M. Ohashi, S. Morita, T. Fukagawa [et al.] // *World J. Surg.* – 2016. – Vol. 40 (1). – P. 165–171. – URL: <https://doi.org/10.1007/s00268-015-3318-8>
52. Choi J.-I., Joo I., Lee J. M. State-of-the-art preoperative staging of gastric cancer by MDCT and magnetic resonance imaging // *World J. Gastroenterol.* – 2014. – Vol. 20 (16). – P. 4546–4557. – URL: <https://doi.org/10.3748/wjg.v20.i16.4546>

53. Diagnostic performance of 64-section CT using CT gastrography in preoperative T staging of gastric cancer according to 7th edition of AJCC cancer staging manual / J. W. Kim, S. S. Shin, S. H. Heo [et al.] // *Eur. Radiol.* – 2012. – Vol. 22 (3). – P. 654–662. – URL: <https://doi.org/10.1007/s00330-011-2283-3>
54. Компьютерно-томографическая пневмогастрография в определении клинической T-стадии и ут-стадии рака желудка / И. Д. Амелина, Л. Н. Шевкунов, А. М. Карачун [и др.] // *Вопросы онкологии.* – 2021. – Т. 67, № 5. – С. 675–682. – URL: <https://doi.org/10.37469/0507-3758-2021-67-5-675-682>
55. Relationship between celiac artery variation and number of lymph nodes dissection in gastric cancer surgery / G. C. Mu, Y. Huang, Z. M. Liu [et al.] // *World J. Gastrointest. Oncol.* – 2019. – Vol. 11 (6). – P. 499–508. – URL: <https://doi.org/10.4251/wjgo.v11.i6.499>
56. Anatomic extent of metastatic lymph nodes: still important for gastric cancer prognosis / T. Son, W. J. Hyung, J. W. Kim [et al.] // *Ann. Surg. Oncol.* – 2014. – Vol. 21 (3). – P. 899–907. – URL: <https://doi.org/10.1245/s10434-013-3403-x>
57. Metastatic patterns and surgical methods for lymph nodes N 5 and N 6 in proximal gastric cancer / J. Wang, P. Wu, Z. Wang [et al.] // *Chin. J. Cancer Res.* – 2019. – Vol. 31 (1). – P. 171–177. – URL: <https://doi.org/10.21147/j.issn.1000-9604.2019.01.12>
58. Prognostic significance of 14v-lymph node dissection to D2 dissection for lower-third gastric cancer / C. Zheng, Z. M. Gao, A. Q. Sun [et al.] // *World J. Clin. Cases.* – 2019. – Vol. 7 (18). – P. 2712–2721. – URL: <https://doi.org/10.12998/wjcc.v7.i18.2712>
59. Impact of splenic hilar lymph node metastasis on prognosis in patients with advanced gastric cancer / T. Son, I. G. Kwon, J. H. Lee [et al.] // *Oncotarget.* – 2017. – Vol. 8 (48). – P. 84515–84528. – URL: <https://doi.org/10.18632/oncotarget.18762>
60. Prognostic implication of hepatoduodenal ligament lymph nodes in gastric cancer / S. E. Oh, M. G. Choi, J. H. Lee [et al.] // *Medicine (Baltimore).* – 2017. – Vol. 96 (13). – e6464. – URL: <https://doi.org/10.1097/MD.0000000000006464>
61. Scope definition and resection significance of N 12a group lymph nodes in gastric cancer / Y. Huang, G. Zhu, W. Zheng [et al.] // *Mol. Clin. Oncol.* – 2016. – Vol. 5 (2). – P. 257–262. – URL: <https://doi.org/10.3892/mco.2016.911>
62. Is there any role of additional retropancreatic lymph node dissection on D2 gastrectomy for advanced gastric cancer? / B. W. Eom, J. Joo, Y. W. Kim [et al.] // *Ann. Surg. Oncol.* – 2013. – Vol. 20 (8). – P. 2669–2675. – URL: <https://doi.org/10.1245/s10434-013-2938-1>
63. Priority of lymph node dissection for proximal gastric cancer invading the greater curvature / Y. Maezawa, T. Aoyama, T. Yamada [et al.] // *Gastric. Cancer.* – 2018. – Vol. 21 (3). – P. 569–572. – URL: <https://doi.org/10.1007/s10120-017-0775-9>
64. Патент № 2621952 С1 Российская Федерация, МПК А61В 6/03, А61К 49/04. Способ компьютерно-томографического исследования желудка: № 2016112501: заявл. 01.04.2016: опубл. 08.06.2017 / И. Д. Амелина, А. В. Мищенко; заявитель ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии имени Н. Н. Петрова» Минздрава России.
65. Особенности строения целиако-мезентериального бассейна у оперированных больных раком желудка / И. Д. Амелина, А. М. Карачун, С. С. Багненко [и др.] // *Вопросы онкологии.* – 2022. – Т. 68, № S3. – С. 86–87.
66. Клиническое значение вариантной анатомии чревного ствола / И. В. Гайворонский, Б. Н. Котив, Н. А. Коваленко [и др.] // *Вестник Российской Военно-медицинской академии.* – 2018. – № 1 (61). – С. 235–239.

ВОПРОСЫ ОБЪЕМА ЛИМФОДИСЕКЦИИ ПРИ РАКЕ МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ ПОСЛЕ НЕОАДЪЮВАНТНОГО СИСТЕМНОГО ЛЕЧЕНИЯ

^{1,2}А. А. Божок

¹ФГБУ «Северо-Западный окружной научно-клинический центр имени Л. Г. Соколова» ФМБА России

²ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России

^{1,2}A. A. Bozhok

QUESTIONS OF AXILLARY REGION SURGERY IN BREAST CANCER PATIENTS AFTER NEOADJUVANT SYSTEMIC THERAPY

¹Sokolov' North-West Regional Scientific and Clinical Center of the Federal Medical and Biological Agency

²Saint Petersburg State Pediatric Medical University of the Ministry of Health of Russia

РЕФЕРАТ. Рак молочной железы (РМЖ) – наиболее частое онкологическое заболевание у женщин и, без сомнения, является социально значимой патологией. До настоящего времени хирургический метод остается основным в лечении РМЖ. За последние 30 лет хирургические подходы принципиально изменились благодаря развитию диагностических методов и более раннему выявлению опухолей, а также очень значительным достижениям в системном лечении РМЖ. Существенно увеличилось количество органосохраняющих операций. Объем вмешательства на лимфатическом коллекторе также сократился. Все большее распространение получает удаление и исследование ограниченного количества подмышечных лимфоузлов после неoadъювантной терапии и отказ от лимфаденэктомии при отсутствии метастатического поражения. Проведенные исследования доказали информативность и безопасность стандартных методик биопсии сигнальных лимфоузлов после неoadъювантного лечения при cN0. При cN1 и регрессе изменений в результате неoadъювантного лечения стандартные методики оценки состояния лимфоузлов оказались несостоятельны. Применение комбинированных методов двойной детекции и увеличение количества исследованных лимфоузлов до 3 и более увеличило информативность методики и позволило снизить частоту ложноотрицательных ошибок. Отдаленные результаты, вопросы методологии исследования лимфоузлов, лучевой терапии в этой группе пациентов требуют дальнейшего изучения.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: неoadъювантная терапия, рак молочной железы, биопсия сигнальных лимфоузлов, таргетная лимфодиссекция, подмышечная лимфаденэктомия.

Введение

На протяжении длительного времени стандартным объемом хирургического лечения рака молочной железы (РМЖ) оставалась радикальная мастэктомия, включающая удаление всей ткани молочной железы с покрывающей ее кожей, а также подмышечного лимфоколлектора, который является основным для этого органа. Значительный шаг вперед был сделан в 90-е годы прошлого века, когда повсеместное распространение получили органосберегающие операции, доказавшие свою

SUMMARY. As a consequence of the advances in systemic neoadjuvant therapy of breast cancer is the de-escalation of surgical treatment. The study of a limited number of axillary lymph nodes after neoadjuvant therapy and refusal of lymphadenectomy in the absence of metastatic lesions is becoming more common. The published studies have proven the informativeness and safety of standard techniques of sentinel lymph node biopsy after neoadjuvant treatment for cN0 patients. For group cN1 and regression of metastases after neoadjuvant treatment, standard sentinel lymph node biopsy techniques have failed. The use of combined methods of double detection and an increase in the number of examined lymph nodes to 3 and more increased the detection rate of sentinel node biopsy after neoadjuvant therapy and reduced false-negative rate. Long-term results, questions of methodology lymph nodes evaluation, radiation therapy in this group of patients require further investigation.

KEY WORDS: neoadjuvant therapy, breast cancer, sentinel lymph node biopsy, targeted lymph node dissection, axillary lymph node dissection.

безопасность в ряде крупных рандомизированных исследований [1, 11, 38, 43]. Переворот в хирургии лимфатического коллектора произвела техника биопсии сигнальных лимфоузлов (БСЛУ), которая прошла длительную эволюцию в первой декаде нашего века от простой методики с применением красителя до усовершенствованных комбинированных технологий, существенно снижающих вероятность ошибочного заключения. Сегодня применение БСЛУ является обязательным условием работы специализированной клиники, занимающейся ле-

Таблица 1

Частота регионарных рецидивов после БСЛУ и НАТ в группе cN0

Автор	Кол-во больных	Средняя продолжительность наблюдения, мес.	Частота регионарных рецидивов, %
Classe J., 2019 [19]	419	36	0,2
Hunt K., 2009 [21]	575	47	1,2
Nogi H., 2017 [20]	183	51	0

чением рака молочной железы. Следует отметить, что эта технология разработана для ранних форм РМЖ без клинических признаков метастатического поражения регионарных лимфоузлов.

Достижения фундаментальной онкологии, выделение биологических подтипов РМЖ, создание таргетных препаратов привели к широкому применению системного лечения на предоперационном этапе. Сегодня больше половины больных с впервые установленным диагнозом РМЖ получают тот или иной вид неoadъювантной системной терапии, причем с великолепными результатами. Применение современных комбинированных режимов позволяет получить полный клинический и даже морфологический регресс при трижды негативном и Her2-экспрессирующем РМЖ в 50–70% случаев [41]. Закономерно, перед хирургами остро встали вопросы относительно изменения объема вмешательства у этой особой категории больных. Ведь очевидно, что традиционные подходы, требующие удаления всей ткани молочной железы и всего лимфатического коллектора, не соответствуют ситуации.

Установлено, что неoadъювантное лечение существенно снижает частоту обнаружения локорегионарных метастазов. В исследовании NSABP B-18 [8] было показано, что после 4 циклов стандартной в то время неoadъювантной химиотерапии в режиме доксорубин + циклофосфамид у 89% больных с исходно метастатически пораженными лимфоузлами был достигнут полный клинический регресс, а у 44% метастазы не определялись при морфологическом исследовании. Различные режимы неoadъювантной химиотерапии позволяют получить полный морфологический регресс в 30–50% случаев документированного поражения лимфоузлов [13, 17, 30].

Высокая диагностическая ценность и безопасность БСЛУ у первичных больных РМЖ хорошо изучена. Возможности же применения этой техники после неoadъювантного лечения потребовали дополнительного изучения, поскольку условия применения, состояние тканей, местная анатомия существенно меняются после лекарственной терапии. Следовательно, можно ожидать несколько другой результативности методики.

Биопсия сигнальных лимфоузлов после НАТ при cN0

С целью оценки информативности методики БСЛУ у больных после неoadъювантной системной терапии (НАТ) в 2003 году было инициировано исследование GANEA [29]. Включались больные РМЖ с любым размером опухоли, за исключением воспалительных форм, со статусом N0 и N1. Использовался комбинированный метод БСЛУ – с помощью красителя и радиодетекции, препараты вводились субареоларно или в проекции опухоли. Всем 176 пациентам после удаления сигнальных лимфоузлов выполнялась стандартная подмышечная лимфаденэктомия (ЛАЭ). Результаты исследования несколько разочаровали. Среднее количество сигнальных лимфоузлов в исследовании было 1,9, что в последующем вызвало критические замечания. Уровень детекции (то есть возможность определить сигнальный лимфоузел) составил 90,1%, причем при N0 этот показатель был вполне удовлетворительным – 94,6%, а при N1 катастрофически снижался до 81,5%. Уровень ложноотрицательной ошибки (то есть отсутствие метастазов в сигнальных лимфоузлах при их наличии в других удаленных) в общей группе оказался довольно высоким – 11,5%, в основном статистику испортила та же группа N1, где ложноотрицательные

Таблица 2

Оценка состояния лимфоузлов после НАТ [34]

	Частота ложноотрицательных заключений, %	Диагностическая точность, %
Данные пальпации	82	45
УЗИ	47	62
БСЛУ	8	95

Таблица 3

Результаты исследований биопсии сигнальных лимфоузлов у больных категории cN+, достигших полного клинического регресса после НАТ

	Ganea 2 [31]	SENTINA [37]	SN FNAC [34]	ACOSOG Z1071 [32]
Кол-во больных	307	592	153	689
Категории больных	cN1	cN1-2	cT0-3N1-2	cT0-4N1-2
Уровень детекции, %	79,5	80,1	87,6	92,7
Частота ложноотрицательных заключений, %	11,9	14,2	13,3	12,6

Сокращения: ACOSOG – American College of Surgical Oncology Group; GANEA 2 – Ganglion Sentinel Apres Chimiotherapie Neoadjuvante 2 (French); SENTINA – SENTinel NeoAdjuvant; SN FNAC – Sentinel Node biopsy Following Neoadjuvant Chemotherapy

результаты были получены у 15% (!) больных, тогда как при N0 цифра была более приемлема – 9,4%. Полученные результаты свидетельствовали о не состоятельности изолированной методики БСЛУ при наличии исходного поражения лимфоузлов независимо от результата неoadъювантного лечения. Для категории же cN0 этот метод оказался вполне подходящим и по информативности существенно не отличался от группы первичных больных РМЖ. Наиболее популярное объяснение низкой информативности БСЛУ после НАТ у больных категории cN1/N2 – изменение лимфооттока вследствие фиброобразования лимфатических путей, обструкции их клеточным материалом или опухолевыми эмболами в процессе лечения, а также неоднородный ответ на лечение в различных лимфоузлах, что представляется вполне вероятным объяснением непозволительно высокого уровня ложноотрицательных заключений [9, 14].

Опубликованные в последующем метаанализы, которые обобщили результаты многочисленных исследований с общей численностью больных более 6000, подтвердили информативность БСЛУ у больных категории cN0 после НАТ, сопоставимую с первичными больными, а также уровень детекции 90–96% и уровень ложноотрицательных заключений 6–12% [2, 5, 26, 39, 40].

Данных о безопасности и отдаленных результатах выполнения БСЛУ после НАТ у больных РМЖ категории cN0 пока не так много. Первое проспективное исследование этого вопроса GANEA 2, которое включало 432 больных cN0, после 3-летнего наблюдения сообщило о единственном регионар-

ном рецидиве, что составило 0,2% [31, 36]. Еще два одноцентровых исследования продемонстрировали также крайне низкий уровень локорегионарных рецидивов после БСЛУ в этой группе [20, 33] (табл. 1).

Таким образом, получено достаточно данных, чтобы с высокой степенью достоверности зафиксировать практически идентичные группе первичных больных информативность и безопасность выполнения БСЛУ после НАТ в группе cN0.

Биопсия сигнальных лимфоузлов после НАТ при cN+

Относительно категории cN+ ситуация не столь однозначна. Как уже было отмечено, в этой группе зафиксирован гораздо более низкий уровень детекции сигнальных лимфоузлов после проведения НАТ, а также более высокий уровень ложноотрицательных заключений.

Начнем с того, что ни один из современных методов визуализации не обладает достаточной точностью в оценке лимфоузлов после НАТ и не может заменить БСЛУ. Наиболее показательны данные J. F. Voileau и соавт. (2015) [34] (табл. 2), которые сравнили диагностическую точность (соотношение больных, у которых состояние сигнальных лимфоузлов совпало с реальным состоянием лимфатического коллектора, к числу всех больных с хотя бы одним определенным сигнальным лимфоузлом) при применении различных методов исследования.

Попытки использовать МРТ с целью оценки лимфоузлов также не увенчались успехом. J. J. Weber (2017) [27] провел оценку диагностической точности МРТ в оценке состояния лимфоузлов после

Таблица 4

Зависимость уровня ложноотрицательных заключений от количества исследованных лимфоузлов и метода детекции

	ACOSOG Z1071 [32]	SENTINA [37]	SN FNAC [34]	GANEA 2 [31]
Простая детекция	20%	16%	16%	Нет данных
Двойная детекция	11%	9%	5%	Нет данных
1–2 лимфоузла	21%	5%	19%	8%
3 и более лимфоузлов	9%	Нет данных	5%	Нет данных

НАТ у 65 больных с подтвержденными метастазами. Уровень ложноотрицательных заключений составил 17%, ложноположительных – 32%. Авторы оценили МРТ как метод с низкой диагностической точностью для предсказания полного морфологического регресса как в лимфоузлах, так и в молочной железе и отвергли возможность его использования в качестве альтернативы морфологическому исследованию. В метаанализе исследований МРТ в оценке состояния лимфоузлов после НАТ также была получена неудовлетворительная диагностическая точность – 83% [24].

Если морфологическое исследование лимфоузлов после НАТ неизбежно, то как получить наиболее демонстративный материал для исследования методически правильно и уменьшить тот уровень ошибок, которые демонстрируют стандартные техники БСЛУ? В таблице 3 представлены результаты крупных проспективных многоцентровых исследований, изучавших этот вопрос.

Как видно, БСЛУ в группе больных с исходно метастатически пораженными лимфоузлами вызывала определенные затруднения – уровень детекции колебался от 79,5 до 92,7% и был существенно ниже по сравнению с категорией cN0. Частота ложноотрицательных заключений превышала 10% и была неприемлемой, так как прямым следствием является увеличение риска региональных рецидивов. Очевидно, что эта группа требует иного методологического подхода.

При более подробном анализе оказалось, что с увеличением количества сигнальных лимфоузлов снижается частота ложноотрицательных заключений (табл. 4). Исследование только одного лимфоузла приводило к ложноотрицательной ошибке в 18,2% в исследовании SN FNAC, 31,5% – в исследовании ACOSOG Z1071, 24,3% – в исследовании SENTINA. Необходимо отметить, что данное наблюдение неспецифично и характерно также для первичных больных [6]. Исследование 3 и более сигнальных лимфоузлов позволило существенно снизить уровень ложноотрицательной ошибки – до 5% в исследовании SN FNAC и до 9% в исследовании ACOSOG Z1071. Кроме количества исследуемых лимфоузлов, значимое влияние на качество биопсии оказывала также ее методика. Применение двойной детекции в исследованиях SENTINA, SN FNAC, ACOSOG Z1071 позволило снизить частоту ложноотрицательных заключений с 16–20% при однофакторной детекции до 5–11% [22, 25, 26].

Еще один предлагаемый инструмент, позволяющий снизить уровень ложноотрицательных заключений, – применение иммуногистохимического (ИГХ) исследования сигнальных лимфоузлов дополнительно к стандартному. В исследовании SN FNAC [34], в котором ИГХ-исследование было обязательным, 63% микрометастазов и 100% изолированных опухолевых клеток выявлялись имен-

но этим методом, а частота ложноотрицательных ошибок снижалась до 8,4%. J. F. Fu и соавт. (2014) [12] также сообщили о снижении этого показателя с 16% до 8% при применении ИГХ-исследования. Кроме того, очень важной находкой исследования SN FNAC было наблюдение, что после НАТ выявление остаточных метастатических изменений любого размера имеет значение, поскольку вероятность метастатического поражения за пределами сигнальных лимфоузлов напрямую связано с самим фактом резидуального поражения и не зависит от его размера. У первичных больных, напротив, наблюдается прямая связь между размером изменений в лимфоузлах и экстранодальным поражением [18]. D. R. McCeady рекомендует обязательное ИГХ-исследование при биопсии сигнальных лимфоузлов у больных категории cN+ после НАТ.

Интересной находкой исследования ACOSOG Z1071 [32] было изучение возможности маркировки метастатических лимфоузлов до начала лечения с помощью клипс. После лимфаденэктомии установленные метки удалось обнаружить лишь у половины больных, а после БСЛУ – у трети, но при этом авторы отметили, что маркировка существенно помогла в оценке статуса лимфоколлектора. Уровень ложноотрицательного заключения снижался до 7,4% против 14% в случаях, когда клипсы не устанавливались или не были обнаружены. Это направление представляется перспективным для усовершенствования методики исследования лимфоузлов у больных после НАТ. A. S. Caudle и соавт. (2016) [16] описали свой опыт удаления клипированных лимфоузлов дополнительно к биопсии сигнальных узлов, при этом уровень ложноотрицательных ошибок составил лишь 1,4%. Исследование только маркированного лимфоузла сопровождалось также низким уровнем ошибки – 4,2%, что вполне приемлемо. Существуют также альтернативные методики маркировки – радиоактивным йодом, татуажом, магнитными частицами, использование интраоперационного ультразвукового исследования [3, 19, 23]. Пока технология несовершенна, наибольшие трудности возникают при поиске маркированного лимфоузла после завершения НАТ – это удается лишь в 63–80% случаев [15, 20, 44]. Сравнительные исследования с целью разработки оптимальной методики продолжаются. Вторая проблема заключается в том, что маркированные лимфоузлы не являются сигнальными на момент биопсии примерно у 20% больных [3, 15, 16], поэтому комбинация двух методик находит много сторонников. Необходимость маркировки лимфоузлов ставится под сомнение в тех случаях, когда используется двойная детекция и обнаружено 3 и более сигнальных лимфоузла. Но если при детекции возникли затруднения и выявлено менее 3 узлов, исследование маркированного лимфоузла способно спасти ситуацию и снизить вероятность ошибки. В 2018 году в рекомендации

NCCN была включена опция маркировки метастатических лимфоузлов татуировкой или клипсами перед началом НАТ [28]. Направление маркировки в настоящее время активно изучается. Образовалась даже специальная терминология применительно к исследованию регионарного лимфоколлектора после НАТ в связи с многообразием методических подходов. Определение «таргетная биопсия лимфоузлов» подразумевает удаление и исследование в качестве наиболее показательных только маркированных до начала НАТ метастатических лимфоузлов. Под термином «таргетная лимфодиссекция» понимают комбинацию БСЛУ и таргетной биопсии.

И наконец, в 2017 году S. R. Tee и соавт. представили метаанализ [25], обобщив результаты 13 исследований применения БСЛУ у больных РМЖ с клиническим регрессом метастазов в лимфоузлах после НАТ. Почти все они были проспективными и включали результаты лечения 1921 больного. Обязательными условиями были морфологическая верификация метастатического поражения до лечения, а также выполнение полной подмышечной лимфодиссекции для оценки истинного состояния лимфоколлектора. Полный морфологический регресс опухолевого роста в лимфоузлах колебался от 26% до 47,6%. Уровень детекции по результатам метаанализа составил 90% с очень большим разбросом – от 78% до 98%, а частота ложноотрицательных заключений оказалась достаточно стабильной – в среднем 14%, при простой детекции – 19%, при двойной – 11%. При обобщенном анализе зависимости этого показателя от количества сигнальных лимфоузлов оказалось, что при исследовании 1 лимфоузла ошибочное заключение о полном регрессе было получено в 20% случаев, 2 лимфоузлов – в 12%, 3 и более лимфоузлов – в 4%.

Безусловно, кроме информативности применения данной методики у больных категории cN+, необходимо оценить ее безопасность. Данных пока немного, так как проведенные исследования были посвящены оценке информативности БСЛУ и требовали выполнения лимфаденэктомии. V. Galimberti и соавт. в 2016 году [35] опубликовали результаты наблюдения при средней продолжительности 61 месяц за 70 больными cN+, у которых при БСЛУ не было выявлено резидуальных изменений и не выполнялась аксиллярная лимфодиссекция. Не было зафиксировано ни одного регионального рецидива. Итальянская группа исследователей под руководством S. Kahler-Ribeiro-Fontana в 2021 году [22] сообщила о результатах 9-летнего наблюдения – 1,8% регионарных рецидивов после выполнения БСЛУ в группе больных cN+ и 1,5% в группе cN0, причем в случае полного морфологического

регресса в сигнальных лимфоузлах не выполнялась не только лимфаденэктомия, но и лучевая терапия.

До настоящего времени не решен вопрос, можно ли выполнять биопсию сигнальных лимфоузлов с целью отказа от ЛАЭ после НАТ при местнораспространенных формах (cT4N2-3). Известно, что частота полных морфологических регрессов как первичной опухоли, так и метастазов в лимфоузлах после НАТ одинакова при ранних и местнораспространенных формах и зависит в основном от биологического типа [4, 42]. Следовательно, эту группу больных можно рассматривать в качестве кандидатов для деэскалации хирургического лечения. В настоящее время иницированы исследования оценки информативности выполнения биопсии сигнальных лимфоузлов после НАТ в этой группе больных, результаты ожидаются.

Заключение

У больных категории cN0 после проведенной НАТ БСЛУ может выполняться в стандартном варианте и по информативности практически совпадает с результатами у первичных больных. В случаях перехода cN1 в результате НАТ в урN0 обычный вариант БСЛУ сопровождается высоким уровнем ложноотрицательных ошибок и требует модификации – применения комбинированной методики с двойным контрастированием и исследования 3 и более лимфоузлов. При соблюдении этих условий выполнение БСЛУ у больных категории cN1 после успешной НАТ одобрено наиболее крупными сообществами – NCCN, St. Gallen Consensus Conference, ESMO [7, 10, 28]. В случаях любых резидуальных изменений в лимфоузлах, включая микрометастазы и изолированные опухолевые клетки, показана лимфаденэктомия. Она же остается в настоящее время стандартом при cT4, cN2-3 даже в случаях полного клинического регресса после НАТ. Частота локорегионарных рецидивов у таких больных остается неясной, наблюдение продолжается. Лечебная стратегия в каждом конкретном случае определяется вероятностью достижения морфологического регресса. При ЭР+/Her2-опухолях в настоящее время в большинстве случаев предпочтительнее хирургическое лечение на первом этапе, лишь у трети больных с отсутствием рецепторов прогестерона в опухоли и высокой степенью злокачественности существует вероятность избежать лимфаденэктомии. Напротив, при трижды негативных и Her2-экспрессирующих опухолях НАТ существенно увеличивает шанс деэскалации хирургического лечения и, кроме того, позволяет выделить группу высокого риска с резидуальным опухолевым поражением, требующую постнеоадьювантной терапии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Семиглазов В. Ф., Чагунава О. Л. Сберегательные и органосохраняющие операции при раке молочной железы // Вопросы онкологии. – 1990. – Т. 36, № 5. – С. 535.
2. Accuracy of sentinel node biopsy after neoadjuvant chemotherapy in breast cancer patients: A systematic review / C. H. van Deurzen, B. E. Vriens, V. C. Tjan-Heijnen [et al.] // Eur. J. Cancer. – 2009. – Vol. 45 (18). – P. 3124–3130.
3. Axillary staging after neoadjuvant chemotherapy for breast cancer: a pilot study combining sentinel lymph node biopsy with radioactive seed localization of pre-treatment positive axillary lymph nodes / E. J. Diego, P. F. McAuliffe, A. Soran [et al.] // Ann. Surg. Oncol. – 2016. – Vol. 23 (5). – P. 1549–1553.
4. Breast Cancer Axillary Nodal Burden Prior to Neoadjuvant Therapy and Implementation of Targeted Versus Standard Lymph Node Dissection / S. Ng, M. S. Sabel, T. M. Hughes [et al.] // Abstract Book Society of Surgical Oncology SSO 2020 – International Conference on Surgical Cancer Care (Boston, Massachusetts March 25–28, 2020): Electronic supplement to Annals of Surgical Oncology. An Oncology Journal for Surgeons. – 2020. – P. 67. – URL: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7222983/pdf/10434_2020_Article_8278.pdf
5. Breast cancer sentinel node identification and classification after neoadjuvant chemotherapy: Systematic review and meta-analysis / A. M. Kelly, B. Dwamena, P. Cronin [et al.] // Acad. Radiol. – 2009. – Vol. 16 (5). – P. 551–563.
6. Clinicopathologic factors associated with false-negative sentinel lymph-node biopsy in breast cancer / R. C. Martin 2nd, A. Chagpar, C. R. Scoggins [et al.] // Ann. Surg. – 2005. – Vol. 241 (6). – P. 1005–1012.
7. Early breast cancer: ESMO Clinical Practice Guidelines for diagnosis, treatment and follow-up dagger / F. Cardoso, S. Kyriakides, S. Ohno [et al.] // Ann. Oncol. – 2019. – Vol. 30 (8). – P. 1194–1220.
8. Effect of preoperative chemotherapy on the outcome of women with operable breast cancer / B. Fisher, J. Bryant, N. Wolmark [et al.] // J. Clin. Oncol. – 1998. – Vol. 16 (8). – P. 2672–2685.
9. Effects of preoperative chemotherapy on the morphology of resectable breast carcinoma / F. E. Sharkey, S. L. Addington, L. J. Fowler [et al.] // Mod. Pathol. – 1996. – Vol. 9 (9). – P. 893–900.
10. Estimating the benefits of therapy for early-stage breast cancer: the St. Gallen International Consensus Guidelines for the primary therapy of early breast cancer 2019 / H. J. Burstein, G. Curigliano, S. Loibl [et al.] // Ann. Oncol. – 2019. – Vol. 30 (10). – P. 1541–1557.
11. Feasibility and tolerability of sequential doxorubicin/paclitaxel followed by cyclophosphamide, methotrexate and fluorouracil and its effects on tumor response as preoperative therapy / L. Gianni, M. Zambetti, M. Greco [et al.] // Clinical Cancer Research. – 2005. – Vol. 11 (24). – P. 8715–8721.
12. Feasibility and accuracy of sentinel lymph node biopsy in clinically node-positive breast cancer after neoadjuvant chemotherapy: a meta-analysis / J. F. Fu, H. L. Chen, J. Yang [et al.] // PLoS One. – 2014. – Vol. 9 (9). – e105316.
13. Histopathologic evidence of tumor regression in the axillary lymph nodes of patients treated with preoperative chemotherapy correlates with breast cancer outcome / L. A. Newman, N. L. Pernick, V. Adsay [et al.] // Ann. Surg. Oncol. – 2003. – Vol. 10 (7). – P. 734–739.
14. Identification and evaluation of axillary sentinel lymph nodes in patients with breast carcinoma treated with neoadjuvant chemotherapy / L. F. Cohen, T. M. Breslin, H. M. Kuerer [et al.] // Am. J. Surg. Pathol. – 2000. – Vol. 24 (9). – P. 1266–1272.
15. Identification and resection of clipped node decreases the false-negative rate of sentinel lymph node surgery in patients presenting with node-positive breast cancer (T0-T4, N1-N2) who receive neoadjuvant chemotherapy: Results from ACOSOG Z1071 (Alliance) / J. C. Boughey, K. V. Ballman, H. T. Le-Petross [et al.] // Ann. Surg. – 2016. – Vol. 263 (4). – P. 802–807.
16. Improved axillary evaluation following neoadjuvant therapy for patients with node-positive breast cancer using selective evaluation of clipped nodes: implementation of targeted axillary dissection / A. S. Caudle, W. T. Yang, S. Krishnamurthy [et al.] // J. Clin. Oncol. – 2016. – Vol. 34 (10). – P. 1072–1078.
17. Incidence and impact of documented eradication of breast cancer axillary lymph node metastases before surgery in patients treated with neoadjuvant chemotherapy / H. M. Kuerer, A. A. Sahin, K. K. Hunt [et al.] // Ann. Surg. – 1999. – Vol. 230 (1). – P. 72–78.
18. Influence of the new AJCC breast cancer staging system on sentinel lymph node positivity and false-negative rates / D. R. McCready, W. S. Yong, A. K. T. Ng [et al.] // JNCI. – 2004. – Vol. 96 (11). – P. 873–875.
19. Initial results with preoperative tattooing of biopsied axillary lymph nodes and correlation to sentinel lymph nodes in breast cancer patients / N. Choy, J. Lipson, C. Porter [et al.] // Ann. Surg. Oncol. – 2015. – Vol. 22 (2). – P. 377–382.
20. Localizing the Clipped Node in Patients with Node-Positive Breast Cancer Treated with Neoadjuvant Chemotherapy: Early Learning Experience and Challenges / T. T. Nguyen, T. J. Hieken, K. N. Glazebrook [et al.] // Ann. Surg. Oncol. – 2017. – Vol. 24 (10). – P. 3011–3016. – URL: <https://doi.org/10.1245/s10434-017-6023-z>
21. Long-term follow-up of node-negative breast cancer patients evaluated via sentinel node biopsy after neoadjuvant chemotherapy / H. Nogi, K. Uchida, R. Mimoto [et al.] // Clin. Breast Cancer. – 2017. – Vol. 17 (8). – P. 644–649.
22. Long-term standard sentinel node biopsy after neoadjuvant treatment in breast cancer: a single institution ten-year follow-up / S. Kahler-Ribeiro-Fontana, E. Pagan, F. Magnoni [et al.] // Eur. J. Surg. Oncol. – 2021. – Vol. 47 (4). – P. 804–812. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.ejso.2020.10.014>

23. Marking axillary lymph nodes with radioactive iodine seeds for axillary staging after neoadjuvant systemic treatment in breast cancer patients: the MARI procedure / M. Donker, M. E. Straver, J. Wesseling [et al.] // *Ann. Surg.* – 2015. – Vol. 261 (2). – P. 378–382.
24. Meta-analysis of magnetic resonance imaging in detecting residual breast cancer after neoadjuvant therapy / M. L. Marinovich, N. Houssami, P. Macaskill [et al.] // *J. Natl. Cancer Inst.* – 2013. – Vol. 105 (5). – P. 321–333.
25. Meta-analysis of sentinel lymph node biopsy after neoadjuvant chemotherapy in patients with initial biopsy-proven node-positive breast cancer / S. R. Tee, L. A. Devane, D. Evoy [et al.] // *Br. J. Surg.* – 2018. – Vol. 105 (12). – P. 1541–1552.
26. Meta-analysis of sentinel lymph node biopsy after preoperative chemotherapy in patients with breast cancer / Y. Xing, M. Foy, D. D. Cox [et al.] // *Br. J. Surg.* – 2006. – Vol. 93 (5). – P. 539–546.
27. MRI and prediction of pathologic complete response in the breast and axilla after neoadjuvant chemotherapy for breast cancer / J. J. Weber, M. S. Jochelson, A. Eaton [et al.] // *J. Am. Coll. Surg.* – 2017. – Vol. 225 (6). – P. 740–746.
28. National Comprehensive Cancer Network Clinical Practice Guidelines in Oncology: Breast Cancer / National Comprehensive Cancer Network (NCCN). NCCN Fort. – Washington. 2018.
29. Sentinel lymph node biopsy after neoadjuvant chemotherapy for advanced breast cancer: results of Ganglion Sentinelle et Chimiotherapie Neoadjuvante, a French prospective multicentric study / J.-M. Classe, V. Bordes, L. Campion [et al.] // *J. Clin. Oncol.* – 2009. – Vol. 27 (5). – P. 726–732. – URL: <https://doi.org/10.1200/JCO.2008.18.3228>
30. Sentinel lymph node biopsy performed after neoadjuvant chemotherapy is accurate in patients with documented node-positive breast cancer at presentation / E. A. Newman, M. S. Sabel, A. V. Nees [et al.] // *Ann. Surg. Oncol.* – 2007. – Vol. 14 (10). – P. 2946–2952.
31. Sentinel lymph node biopsy without axillary lymphadenectomy after neoadjuvant chemotherapy is accurate and safe for selected patients: The GANEA 2 study / J. M. Classe, C. Loaec, P. Gimbergues [et al.] // *Breast Cancer Res. Treat.* – 2019. – Vol. 173 (2). – P. 343–352.
32. Sentinel lymph node surgery after neoadjuvant chemotherapy in patients with node-positive breast cancer: The ACOSOG Z1071 (Alliance) clinical trial / J. C. Boughey, V. J. Suman, E. A. Mittendorf [et al.] // *JAMA.* – 2013. – Vol. 310 (14). – P. 1455–1461.
33. Sentinel lymph node surgery after neoadjuvant chemotherapy is accurate and reduces the need for axillary dissection in breast cancer patients / K. K. Hunt, M. Yi, E. A. Mittendorf [et al.] // *Ann. Surg.* – 2009. – Vol. 250 (4). – P. 558–566.
34. Sentinel node biopsy after neoadjuvant chemotherapy in biopsy-proven node-positive breast cancer: The SN FNAC study / J. F. Boileau, B. Poirier, M. Basik [et al.] // *J. Clin. Oncol.* – 2015. – Vol. 33 (3). – P. 258–264.
35. Sentinel node biopsy after neoadjuvant treatment in breast cancer: Five-year follow-up of patients with clinically node-negative or node-positive disease before treatment / V. Galimberti, S. Kagler-Ribeiro-Fontana, P. Maisonneuve [et al.] // *Eur. J. Surg. Oncol.* – 2016. – Vol. 42 (3). – P. 361–368.
36. Sentinel node detection after neoadjuvant chemotherapy in patient without previous axillary node involvement (GANEA 2 trial): follow-up of a prospective multi-institutional cohort / J.-M. Classe, C. Loaec, S. Alran [et al.] // *SABCS.* – 2016. – Abstr. S2–07.
37. Sentinel-lymph-node biopsy in patients with breast cancer before and after neoadjuvant chemotherapy (SENTINA): A prospective, multicentre cohort study / T. Kuehn, I. Bauerfeind, T. Fehm [et al.] // *Lancet Oncol.* – 2013. – Vol. 14 (7). – P. 609–618.
38. Surgery following neoadjuvant therapy in patients with Her2positive locally-advanced or inflammatory breast cancer participating in the neoadjuvant Herceptin (NOAH) study / V. F. Semiglazov, A. A. Bozhok, V. Eiermann [et al.] // *Eur. J. Oncol.* – 2011. – Vol. 37 (10). – P. 856–863.
39. The feasibility and accuracy of sentinel lymph node biopsy in clinically node-negative patients after neoadjuvant chemotherapy for breast cancer: A systematic review and meta-analysis / V. K. Tan, B. K. Goh, S. Fook-Chong [et al.] // *J. Surg. Oncol.* – 2011. – Vol. 104 (1). – P. 97–103.
40. The feasibility and accuracy of sentinel lymph node biopsy in initially clinically node-negative breast cancer after neoadjuvant chemotherapy: A systematic review and meta-analysis / C. Geng, X. Chen, X. Pan [et al.] // *PLoS One.* – 2016. – Vol. 11 (9). – e0162605.
41. Tumor biology correlates with rates of breast-conserving surgery and pathologic complete response after neoadjuvant chemotherapy for breast cancer: Findings from the ACOSOG Z1071 (Alliance) prospective multicenter clinical trial / J. C. Boughey, L. M. McCall, K. V. Ballman [et al.] // *Ann. Surg.* – 2014. – Vol. 260. – P. 608–614.
42. Tumor biology predicts pathologic complete response to neoadjuvant chemotherapy in patients presenting with locally advanced breast cancer / L. F. Gentile, G. Plitas, E. C. Zabor [et al.] // *Ann. Surg. Oncol.* – 2017. – Vol. 24 (13). – P. 3896–3902.
43. Twenty-year follow-up of a randomized study comparing breast-conserving surgery with radical mastectomy for early breast cancer / U. Veronesi, N. Cascinelli, L. Mariani [et al.] // *New Eng. J. Med.* – 2002. – Vol. 347 (16). – P. 1227–1232.
44. Wire localization of clip-marked axillary lymph nodes in breast cancer patients treated with primary systemic therapy / S. Hartmann, T. Reimer, B. Gerber [et al.] // *Eur. J. Surg. Oncol.* – 2018. – Vol. 44 (9). – P. 1307–1311. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.ejso.2018.05.035>

ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ЛЕЧЕНИЯ АТЕРОСКЛЕРОЗА НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ: ВСЕ НОВОЕ – ХОРОШО ЗАБЫТОЕ СТАРОЕ

^{1,2}А. В. Светликов, ¹Т. Х. Гамзатов, ¹А. В. Кебрыков, ^{1,2}В. А. Кащенко

¹ФГБУ «Северо-Западный окружной научно-клинический центр имени Л. Г. Соколова» ФМБА России

²ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»

^{1,2}A. V. Svetlikov, ¹T. Kh. Gamzatov, ¹A. V. Kebryakov, ^{1,2}V. A. Kashchenko

INNOVATIVE METHODS OF TREATMENT OF ATHEROSCLEROSIS OF THE LOWER EXTREMITIES: EVERYTHING NEW IS THE WELL-FORGOTTEN OLD

¹Sokolov' North-West Regional Scientific and Clinical Center of the Federal Medical and Biological Agency

²Saint Petersburg State University

РЕФЕРАТ. При хронической артериальной недостаточности нижних конечностей глубокая артерия бедра играет существенную роль в компенсации кровообращения за счет развитых коллатеральных ветвей, которые в условиях окклюзированной поверхностной бедренной артерии берут на себя основную функцию в кровоснабжении всей конечности. Техника пластики глубокой артерии бедра была впервые представлена более 50 лет назад, но с развитием эндоваскулярных методов реваскуляризации через поверхностную бедренную артерию операции на глубокой артерии бедра ушли на второй план. В статье представлен обзор литературных данных о роли профундопластики в спасении конечности, описаны современные малотравматичные методы баллонной ангиопластики и стентирования глубокой артерии бедра.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: атеросклероз артерий нижних конечностей, хроническая ишемия нижних конечностей, трофическая язва, феморопрофундопластика, баллонная ангиопластика, стентирование.

Атеросклероз артерий нижних конечностей занимает одну из ведущих позиций в распространенности среди заболеваний периферических артерий и в настоящее время является одной из наиболее актуальных проблем среди хирургических методов лечения заболеваний периферических артерий [6]. Однако частота ампутаций у больных с хронической артериальной недостаточностью нижних конечностей (ХАН) по-прежнему остается на высоком уровне [3]. Смертность после ампутации увеличивается с каждым годом и через 2 года достигает 50% [13].

К концу XX века в связи с прорывом чрескожных эндоваскулярных методов лечения внимание мирового сообщества сосудистой хирургии переключилось на методы эндоваскулярного и гибридного восстановления кровотока через бедренно-подколенный сегмент. Между тем хирургическая пластика глубокой артерии бедра (ГАБ) – профундопластика – зарекомендовала себя как операция с превосходными результатами по долгосрочной проходимости, низкой частотой осложнений и летальности, коротким сроком пребывания в стационаре [11]. Тем не менее, несмотря на то, что техника профундопластики была впервые описана

SUMMARY. In chronic limb ischemia, the deep femoral artery plays a significant role in compensating for blood circulation due to the developed collateral branches, which, under conditions of an occluded superficial femoral artery, take on the main function in the blood supply to the entire limb. The technique of plasty of the deep femoral artery was first introduced more than 50 years ago, but with the development of endovascular revascularization methods through the superficial femoral artery, operations on the deep femoral artery have faded into the background. The article presents a review of literature data on the role of profundoplasty in saving a limb, describes modern low-traumatic methods of balloon angioplasty and stenting of the deep femoral artery.

KEY WORDS: atherosclerosis of the arteries of the lower extremities, chronic lower limb ischemia, trophic ulcer, profundoplasty, balloon angioplasty, stenting.

уже более 50 лет назад, роль изолированных операций на ГАБ (без восстановления проходимости магистральных артерий бедренно-подколенно-берцового сегмента) по-прежнему до конца не определена, нет рекомендаций и четких показаний к их выполнению, в особенности когда речь идет о критической ишемии нижних конечностей с формированием трофических язв [7]. На данный момент нет достоверных и надежных инструментальных методов, позволяющих оценить качество коллатерального кровообращения в конечности и, таким образом, спрогнозировать исход реваскуляризации. Между тем ГАБ и ее ветви играют важную роль в компенсации кровообращения в конечности в условиях окклюзированной поверхностной бедренной артерии. Сообщаясь с подколенно-берцовым сегментом, коллатерали из бассейна ГАБ формируют «реципиентную зону», или естественный «природный шунт», которая берет на себя функцию кровоснабжения всей конечности (рис. 1). В связи с этим при наличии адекватного сообщения ГАБ с подколенно-берцовым сегментом через реципиентную зону у ряда пациентов нет необходимости выполнять операции по восстановлению кровотока через по-

верхностную бедренную артерию, в том числе при критической ишемии с формированием трофических язв, что позволяет уменьшить хирургические риски и повысить шансы на сохранение конечности в отдаленном периоде.

Описано множество техник выполнения профундопластики. Наиболее простым является метод, предложенный Р. Martin и соавт. в 1968 году [11]. Выполняется артериотомия общей бедренной артерии с переходом на ГАБ до уровня окончания атеросклеротического поражения, после чего выполняется прямая эндартерэктомия, а затем на место артериотомиишивается аутовенозная заплатка (рис. 2).

Несмотря на разносторонний клинический результат, проходимость ГАБ после профундопластики в отдаленном послеоперационном периоде выше, чем проходимость после шунтирующих операций [4]. Сообщается о первичной проходимости после профундопластики более 95% в течение 5 лет [14]. При этом летальность в послеоперационном периоде составляет менее 1% [8]. Из-за повторных вмешательств, которые требуются при ретромбозах шунта, общая 5-летняя выживаемость после выполнения шунтирования составляет около 50% [15]. Отдаленная выживаемость после профундопластики выше и составляет около 77% в течение 5 лет [8]. Кроме того, хирургический риск после шунтирования выше и составляет более 2% [8]. Эндоваскулярные методы лечения, такие как стентирование или баллонная ангиопластика поверхностной бедренной и подколенной артерий, связаны с более низкими рисками, но результаты в отношении долгосрочной проходимости уступают хирургическому лечению, требуя повторных вмешательств и ставя под угрозу сохранение конечности [7].

Анатомические характеристики ГАБ влияют на долгосрочную проходимость после операций на подвздошно-бедренном сегменте. Как известно из закона Хагена – Пуазейля, поток и сопротивление зависят от длины и диаметра. Таким образом, чем больше ветвей имеет ГАБ, тем меньше сопротивление для кровотока и лучше отток. В исследовании N. Balasundaram и соавт. наличие у ГАБ более пяти ветвей диаметром более 2 мм явилось независимым статистически достоверным предиктором долгосрочной проходимости

после феморопрофундопластики с сочетанным восстановлением подвздошного сегмента [10].

Для оценки состояния артериального русла МСКТ-ангиография в настоящее время отодвинула прямую рентгеноконтрастную ангиографию с позиции золотого стандарта, за исключением случаев, когда у пациента имеются противопоказания для проведения МСКТ, к которым относятся аллергическая реакция на йодсодержащие препараты, почечная недостаточность [5].

Профундопластика на данный момент остается золотым стандартом среди операций на ГАБ, однако для определенной группы пациентов, которым не может быть выполнено открытое хирургическое ле-

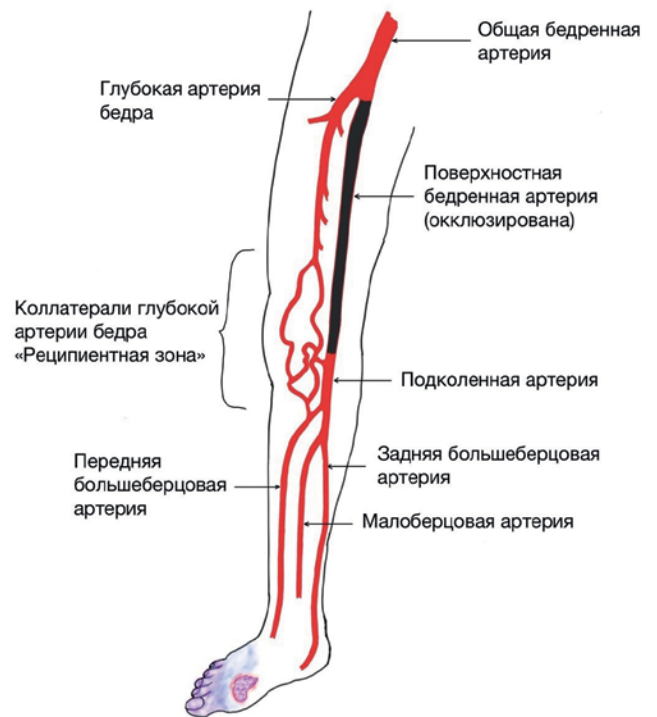


Рис. 1. Схематическое изображение кровообращения в конечности при критической ишемии с формированием трофической язвы: при окклюзии поверхностной бедренной артерии, подколенно-берцовый сегмент кровоснабжается через коллатерали из бассейна глубокой артерии бедра, формируя «реципиентную зону»

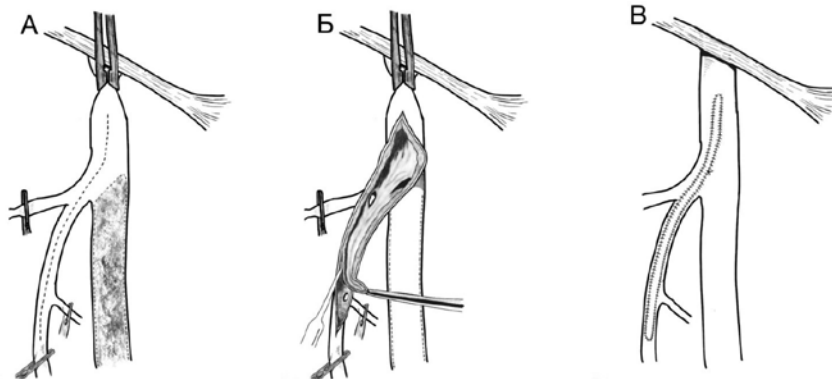


Рис. 2. Техника профундопластики, предложенная Р. Martin и соавт. в 1968 году

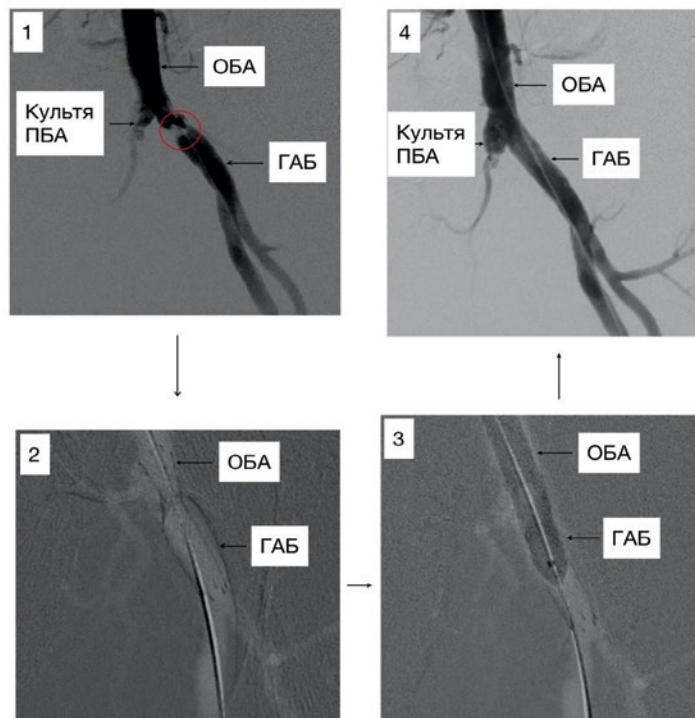


Рис. 3. Ангиографические снимки стентирования критического стеноза в устье глубокой артерии бедра (поверхностная бедренная артерия окклюзирована) (ОБА – общая бедренная артерия; ГАБ – глубокая артерия бедра; ПБА – поверхностная бедренная артерия): 1 – критический стеноз в устье глубокой артерии бедра; 2 – установлен стент в область критического стеноза; 3 – баллонная постдилатация стента (баллонная ангиопластика); 4 – контрольная ангиография после стентирования

чение, современные эндоваскулярные методы восстановления ГАБ могут быть методом выбора.

К этой группе относятся пациенты с выраженным рубцовым процессом в паховой области на стороне поражения ГАБ, когда выполнение хирургического доступа затруднительно и связано с высоким риском инфекционных осложнений (после множественных предшествующих хирургических доступов, нередко осложненных инфекционным процессом; после курсов лучевой терапии). Также в эту категорию попадают пациенты с высоким хирургическим риском, когда выполнение открытых хирургических операций противопоказано [13].

В литературе информация о роли эндоваскулярного лечения пациентов с поражением ГАБ ограничена. По множественным сообщениям, баллонная ангиопластика (БАП) ГАБ является методом с высоким техническим успехом (90–100%) и низким риском развития осложнений. Не описано ни одного случая большого осложнения, а среди малых осложнений наиболее распространенным является гематома на стороне доступа (6–20%), которая, как правило, разрешается консервативно [9].

Сообщается, что БАП ГАБ – безопасный и эффективный метод лечения ишемии конечности, в том числе с формированием трофических язв [9]. К. Р. Donas и соавт. сообщают о заживлении малых трофических язв в 93,3% случаев после БАП ГАБ [9].

В краткосрочной перспективе проходимость ГАБ после БАП сопоставима с результатами после профундопластики [9]. Однако долгосрочная проходи-

мость оперированного сегмента уступает профундопластике. В исследовании К. Р. Donas первичная и вторичная проходимость в течение трех лет составили 80,0% и 86,7% соответственно. При этом у 13,3%, по данным контрольного ультразвукового исследования, был отмечен рестеноз до 50% в течение первых 24 месяцев [9]. В настоящее время нет исследований о применении баллонных катетеров с лекарственным покрытием для ГАБ.

Значение стентирования ГАБ в увеличении отдаленной проходимости после баллонной ангиопластики не изучено (рис. 3). Наличие стента в общей бедренной артерии и ГАБ может существенно осложнить возможные последующие открытые оперативные вмешательства на данных артериях. К. Р. Donas и соавт. в своем исследовании выполняли стентирование ГАБ при возникновении гемодинамически значимой диссекции интимы ГАБ после баллонной ангиопластики [9]. При этом применялись саморасширяющиеся нитиноловые стенты диаметром 4 и 6 мм и длиной от 40 до 80 мм [9]. За период наблюдения у одного из пациентов возникла деформация стента с тромбозом ГАБ. Вероятно, деформация стента и, как следствие, тромбоз возникли из-за расположения стента в точке сгиба бедра. По этой же причине многие сосудистые хирурги отказываются от стентирования ГАБ. Однако предполагается, что у большинства пациентов точка сгиба бедра расположена проксимальнее ГАБ, ближе к наружной подвздошной артерии [9].

Лечение пациентов с атеросклерозом артерий нижних конечностей требует комплексного подхода:

коррекции факторов риска, лекарственной терапии и при необходимости эндоваскулярного, гибридного или открытого хирургического вмешательства [1]. В связи с актуальностью артериального тромбоза при новой коронавирусной инфекции и общей коморбидностью пациентов актуальны способы восстановления кровотока минимально травматичными и эффективными методами [2, 3]. В настоящее время не установлены показания для изолированных операций на ГАБ у пациентов с критической ишемией и формированием трофических язв. Несмотря на то, что ГАБ и ее коллатерали могут играть решающую роль в сохранении конечности, их оценка перед попыткой реваскуляризации с целью прогнозирования эффективности на данный момент является затруд-

нительной. У пациентов с распространенным атеросклеротическим поражением дистального русла представляется целесообразным выполнение поэтапного хирургического лечения. Начиная с изолированной реваскуляризации ГАБ, в случае отсутствия признаков регресса ишемии в раннем послеоперационном периоде, вторым этапом предлагается выполнять попытку прямой реваскуляризации через бедренно-подколенно-берцовый сегмент. При выполнении прямой реваскуляризации подколенно-берцового сегмента неизбежно страдают коллатерали из бассейна ГАБ, что может привести к необратимой потере конечности. При такой тактике «реципиентная зона», представленная коллатеральными ГАБ, не подвержена риску потенциального тромбоза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гамзатов Т. Х., Светликов А. В. Современные принципы лечения перемежающейся хромоты // Хирургия. Журнал имени Н. И. Пирогова. – 2016. – № 12. – С. 77–87. – URL: <https://doi.org/10.17116/hirurgia20161277-87>
2. Гематомы различных локализаций у пациентов с COVID-19 / В. А. Кащенко, В. А. Ратников, Е. Л. Васюкова [и др.] // Эндоскопическая хирургия. – 2021. – Т. 27, № 6. – С. 5–13. – URL: <https://doi.org/10.17116/endoskop2021270615>
3. Применение локального катетерного тромболитика в комплексном лечении артериального ковид-ассоциированного тромбоза / А. С. Шаповалов, А. В. Кебряков, Т. Х. Гамзатов [и др.] // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. – 2022. – Т. 21, № 2. – С. 80–85. – URL: <https://doi.org/10.24884/1682-6655-2022-21-2-80-85>
4. Результаты изолированной профундопластики в сравнении с дистальным шунтированием у больных с сахарным диабетом и трофическими язвами / Л. А. Бокерия, В. С. Аракелян, В. Г. Папиташвили [и др.] // Кубанский научный медицинский вестник. – 2020. – Т. 27, № 2. – С. 38–48. – URL: <https://doi.org/10.25207/1608-6228-2020-27-2-38-48>
5. Роль магнитно-резонансной томографии в лучевой диагностике аневризмы брюшного отдела аорты / С. С. Саидов, С. К. Скульский, Н. П. Морозова [и др.] // Вестник медицинского института «РЕАВИЗ». Реабилитация, Врач и Здоровье. – 2022. – Т. 12, № 4. – С. 22–35. – URL: <https://doi.org/10.20340/vmirvz.2022.2.CLIN.8>
6. Светликов А. В., Ишпулаева Л. Э. Современная стратегия улучшения отдаленных результатов хирургического лечения заболеваний периферических артерий // Ангиология и сосудистая хирургия. – 2020. – Т. 26, № 4. – С. 23–31. – URL: <https://doi.org/10.33529/ANGIO2020423>
7. Clinical outcomes from profundoplasty performed as a sole procedure for revascularization in critically ischaemic limbs / M. Elsharkawi, M. Elkassaby, N. McVeigh [et al.] // Vascular. – 2021. – Vol. 29 (3). – P. 396–403. – URL: <https://doi.org/10.1177/1708538120963901>
8. Common femoral artery endarterectomy for lower-extremity ischemia: evaluating the need for additional distal limb revascularization / R. D. Malgor, J. J. Ricotta 2nd, T. C. Bower [et al.] // Ann. Vasc. Surg. – 2012. – Vol. 26 (7). – P. 946–956. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.avsg.2012.02.014>
9. Endovascular treatment of profunda femoris artery obstructive disease: nonsense or useful tool in selected cases? / K. P. Donas, G. A. Pitoulias, A. Schwandt [et al.] // Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg. – 2010. – Vol. 39 (3). – P. 308–313. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2009.10.008>
10. Importance of the profunda femoris upon patency following aortoiliac procedures / N. Balasundaram, J. N. Whitrock, D. J. Braet [et al.] // J. Vasc. Surg. – 2022. – Vol. 76 (1). – P. 180–187. – e3. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2022.02.043>
11. Isolated profundoplasty for limb salvage / D. L. Rollins, J. B. Towne, V. M. Bernhard [et al.] // J. Vasc. Surg. – 1985. – Vol. 2 (4). – P. 585–590. – URL: <https://doi.org/10.1067/mva.1985.avs0020585>
12. Operative Complexity and Prior Endovascular Intervention Negatively Impact Morbidity after Aortobifemoral Bypass in the Modern Era / C. DeCarlo, L. T. Boitano, S. I. Schwartz [et al.] // Ann. Vasc. Surg. – 2020. – Vol. 62. – P. 21–29. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.avsg.2019.03.040>
13. Pell J., Stonebridge P. Association between age and survival following major amputation. The Scottish Vascular Audit Group // Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg. – 1999. – Vol. 17 (2). – P. 166–169. – URL: <https://doi.org/10.1053/ejvs.1998.0754>
14. The Role of the Profundoplasty in the Modern Management of Patient with Peripheral Vascular Disease / M. Taurino, F. Persiani, R. Ficarelli [et al.] // Ann. Vasc. Surg. – 2017. – Vol. 45. – P. 16–21. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.avsg.2017.05.018>
15. Value of the deep femoral artery as alternative inflow source in infrainguinal bypass surgery / B. Dorweiler, T. Friess, F. Duenschede [et al.] // Ann. Vasc. Surg. – 2014. – Vol. 28 (3). – P. 633–639. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.avsg.2013.04.026>

ТЕХНОЛОГИЯ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ В ЛАПАРОСКОПИЧЕСКОЙ ГЕПАТОПАНКРЕАТОБИЛИАРНОЙ ХИРУРГИИ

*Д. Н. Панченков, З. А. Абдулкеримов, И. В. Семенякин, А. Ф. Габдуллин, Е. В. Григорьева, Р. В. Лискевич,
К. А. Тупикин, Д. Д. Климов, Л. С. Прохоренко*
ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет
имени А. И. Евдокимова» Минздрава России

D. N. Panchenkov, Z. A. Abdulkarimov, I. V. Semenyakin, A. F. Gabdullin, E. V. Grigorieva, R. V. Liskevich,
K. A. Tupikin, D. D. Klimov, L. S. Prokhorenko

AUGMENTED REALITY TECHNOLOGY IN LAPAROSCOPIC HEPATOPANCREATOBILIARY SURGERY

Evdokimov' Moscow State Medical and Dental University of the Ministry of Health of Russia

РЕФЕРАТ. ВВЕДЕНИЕ. С учетом внедрения в последние годы в разные области хирургии технологий виртуальной и дополненной реальности нами был выполнен анализ существующей литературы и проведено исследование, целью которого стало изучение возможностей применения системы смешанной реальности (AR) при различных лапароскопических операциях на органах брюшной полости.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ. С ноября 2021 по май 2022 года с применением технологии дополненной реальности было прооперировано 5 пациентов: 2 женщины, 3 мужчин. Объем операций: лапароскопическая эхинококкэктомия с резекцией 5-го, 6-го сегментов печени по поводу резидуального эхинококкоза; лапароскопическая панкреатодуоденальная резекция по поводу рака головки поджелудочной железы; лапароскопическое удаление кисты брыжейки тонкой кишки, лапароскопическая корпорокаудальная резекция поджелудочной железы по поводу нейроэндокринной опухоли тела поджелудочной железы.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ. При использовании 3D-моделей во время операции требовалось некоторое время для надевания очков, масштабирования модели и ее наложения на экранное изображение. Тем не менее на каждой операции этот процесс занимал не более 5–10 минут и существенным образом не увеличивал времени операции. В ходе операций применение AR облегчило ориентировку хирурга, способствовало лучшему пониманию индивидуальной анатомии пациента. После просмотра AR-модели хирург чувствовал себя более уверенно с точки зрения локальной топографической анатомии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Дополненная реальность является эффективным, надежным и перспективным инструментом в абдоминальной хирургии. Однако необходимы дальнейшие технологические усовершенствования для повышения производительности AR-систем, что сделает их более надежными при проведении различных операций.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: смешанная реальность, дополненная реальность, абдоминальная хирургия.

SUMMARY. INTRODUCTION. Virtual and augmented reality technologies are introduced in various areas of surgery in last decades, that's why we analyzed the existing literature and a study. Aim: to study the possibilities of using the augmented reality (AR) in various laparoscopic operations in abdominal surgery.

MATERIALS AND METHODS OF RESEARCH. From November 2021 to May 2022, 5 patients were operated with augmented reality technology: 2 women, 3 men. Were completed: laparoscopic echinococcectomy with resection of 5, 6 liver segments for residual echinococcosis; laparoscopic whipple procedure for pancreatic head cancer (performed in two patients); laparoscopic removal of mesentery cyst of the small intestine, laparoscopic distal pancreatectomy for neuroendocrine tumor of the pancreatic body.

RESULTS OF RESEARCH. When using 3D models during the operation, it took some time to put on glasses, scale the model and overlay it on the screen image. However, at each surgery, this process took no more than 15–20 minutes and did not significantly increase the operation time. At the preoperative stage, the use of AR technology did not significantly affect the planning of the volume of the operation. During surgery, the use of AR facilitated the orientation of the surgeon, contributed to a better understanding of the individual anatomy of the patient. After viewing the AR model, the surgeon felt more confident about vascular anatomy.

CONCLUSION. Augmented reality is an effective, reliable and promising tool in abdominal surgery. However, further improvements are needed to improve the performance of AR systems, which will make them more reliable when performing various operations.

KEY WORDS: mixed reality, augmented reality, abdominal surgery.

Введение

Во всей абдоминальной хирургии особое место занимает область гепатопанкреатобилиарной хирургии, которая традиционно требует применения новых технологий визуализации.

Основная часть публикаций, касающихся применения технологии AR в абдоминальной и гепатобилиарной хирургии носит характер сообщений

о применении этой методики в своей работе, значимых исследований приведено значительно меньше, а о проспективных исследованиях сообщается, что в настоящее время их результаты пока не опубликованы.

Группа авторов из Германии со ссылкой на других своих коллег в 2019 году сообщила о применении технологии интраоперационной смешанной реальности в хирургии печени. Авторы описали два

случая сложных операций на печени. Они использовали головной дисплей смешанной реальности (Microsoft HoloLens) для визуализации трехмерного (3D) голографического изображения печени пациента. Голограмма была построена на основе предоперационной компьютерной томографии [4, 9].

На протяжении десятилетий интраоперационная визуализация данных предоперационных изображений в хирургии печени была постоянной проблемой исследований для ученых и клиницистов. 3D-визуализация данных 2D-компьютерной томографии оптимизирует хирургическое планирование в хирургии печени [6]. Было описано множество вариантов визуализации и планирования [7]. Это способствовало разработке навигационных систем для хирургии печени [12]. Тем не менее применение навигационных систем в этой области пока весьма редко.

Доступные в настоящее время установки для технологий смешанной реальности способны обеспечить только интраоперационную визуализацию данных предоперационного изображения. Манипуляции с жестами и речью имеют большое преимущество в стерильном поле.

Применимую технологию также называют онлайн-симуляцией, или симуляцией «в последнюю минуту» [3].

Несмотря на очевидные трудности, в последнее время все больше информации появляется об успешном применении 3D-моделей и в гепатопанкреато-билиарной хирургии. Некоторые авторы сообщали об использовании AR во время операции на поджелудочной железе, и все они описывали полезность AR для выявления поражений, безопасного иссечения при сохранении соседних сосудов или органов и правильной линии резекции [8, 10].

Более того, для резекции поджелудочной железы и особенно панкреатодуоденальной резекции были описаны различные подходы, и одним из них, в частности, техника artery first при местнораспространенных опухолях для оценки инвазии верхней брыжеечной артерии. В этих случаях дополненная реальность, основанная на прозрачности виртуальных образов сосудистых и паренхиматозных структур, была особенно полезна для безопасного выполнения маневра подвешивания, позволяя найти правильную плоскость рассечения вдоль правого края верхней брыжеечной артерии.

AR также используется в гепатобилиарной хирургии для лечения первичных новообразований печени и желчевыводящих путей, а также при метастатических заболеваниях. S. Onda и соавт. использовали AR в двух случаях резекции печени. В этом случае AR позволяет уточнить планируемые линии резекции печени и облегчает определение точного местоположения, размера и формы опухоли, а также местоположение и ход сосудов [11].

3D-модели, расположенные над операционным полем, позволяют хирургу предвидеть, какие

сосудистые структуры находятся близко к линии резекции [1].

При метастатическом колоректальном раке при необходимости резекции печени AR также может помочь хирургу выполнить резекцию R0, потому что AR может быть отличным подспорьем для идентификации всех метастазов.

Есть сообщения, где говорится, что при помощи изображений AR, позволивших улучшить понимание расположения метастазов и идентифицировать сосудистые структуры печени. Также успешно может применяться виртуальная модель и при операциях на протоковой системе, при опухолях Клацкина и стриктурах желчных протоков [2, 13].

Следует отметить, что при помощи головного дисплея (или так называемых смарт-очков, как у системы HoloLens) возможно не только оценивать построенную 3D-модель, но и получать прочую информацию. Во всех публикациях сообщается о возможности применения дисплея с разными целями, как то: фотосъемка/запись видео/прямая трансляция для обучения, преподавания; фотосъемка/запись видео для документации; связь с врачами, медсестрами и хирургами для телеконсультации по громкой связи во время операции; просмотр медицинских записей пациентов (например, история болезни, результаты лабораторных исследований).

Актуальность обозначенной выше темы, ее перспективность, в том числе и в абдоминальной лапароскопической хирургии, послужили толчком для выполнения этой работы.

Цель исследования

Изучение возможностей применения системы смешанной реальности при различных лапароскопических операциях на органах брюшной полости.

Материалы и методы исследования

В период с ноября 2021 по май 2022 года с применением технологии дополненной реальности на базе Университетской клиники ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А. И. Евдокимова» Минздрава России было прооперировано 5 пациентов: 2 женщины, 3 мужчин. Объем операций: лапароскопическая эхинококкэктомия с резекцией 5-го, 6-го сегментов печени по поводу резидуального эхинококкоза; лапароскопическая панкреатодуоденальная резекция по поводу рака головки поджелудочной железы (произведена 3 пациентам); лапароскопическое удаление кисты брыжейки тонкой кишки, лапароскопическая корпорокаудальная резекция поджелудочной железы по поводу нейроэндокринной опухоли тела поджелудочной железы.

Все пациенты были прооперированы с использованием лапароскопического доступа. Техника проведения операций была стандартной в каждом случае.

У всех пациентов после выполнения лапароскопического доступа и осуществления мобилизации перед началом основного этапа хирургического вме-

шательства при помощи смарт-очков проводилось наложение объемной 3D-модели на изображение на экране монитора, получаемое при помощи лапароскопа. В дальнейшем 3D-модель использовалась по ходу операции по мере необходимости для уточнения хода сосудистых структур и расположения прилежащих к области операции органов.

Подготовка модели смешанной реальности

Всем пациентам в рамках исследования выполнена предоперационная мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) с внутривенным болюсным контрастированием.

Полученные изображения срезов толщиной 0,5 мм компьютерной томографии (КТ) в формате DICOM были обработаны с целью получения стереолитографических (STL) файлов. Для создания объемной (3D) модели органа изображения были сегментированы по сосудистой сети, по опухоли, с использованием метода динамического роста области или метода водораздела. Созданная 3D-модель была экспортирована в виде файла STL (от англ. Stereolithography) – файла в формате, широко применяемом для хранения трехмерных моделей.

На рисунках 1 и 2 показаны изображения 3D-моделей, полученных после обработки данных компьютерной томографии.

Для упрощения использования и исключения необходимости привлечения дополнительных сотрудников технических специальностей, таких как биоинженеры и графические дизайнеры, мы использовали разработанный ранее сотрудниками ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А. И. Евдокимова» Минздрава России и ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана» программный пакет под названием HLOIA® (Healthy life: operations with innovative assistance).

HLOIA® была создана на основе трех отдельных частей: веб-приложения, облачного сервера и пользовательского приложения для смарт-очков. Подготовленные путем обработки данных МСКТ STL-файлы были загружены в приложение HLOIA®. Веб-приложение HLOIA® основано на 3D-библиотеке для работы с объектами и расположена по адресу: <http://hloia.org>. В разделе «редактор» в веб-приложении были скорректированы настройки цвета и прозрачности моделей MR. Последние сохранены на облачном сервере HLOIA®. Для адекватной работы с приложением необходимо иметь высокоскоростное подключение к интернету и смарт-очки HoloLens (Microsoft, Сिएтл, Вашингтон, США).

Затем после авторизации на сайте HLOIA® на смарт-очки HoloLens устанавливалось приложение, посредством которого на очки загружается ранее сохраненная на облачном сервере объемная модель органа. Загруженная через приложение на очки трехмерная модель становится доступной для автономного использования.

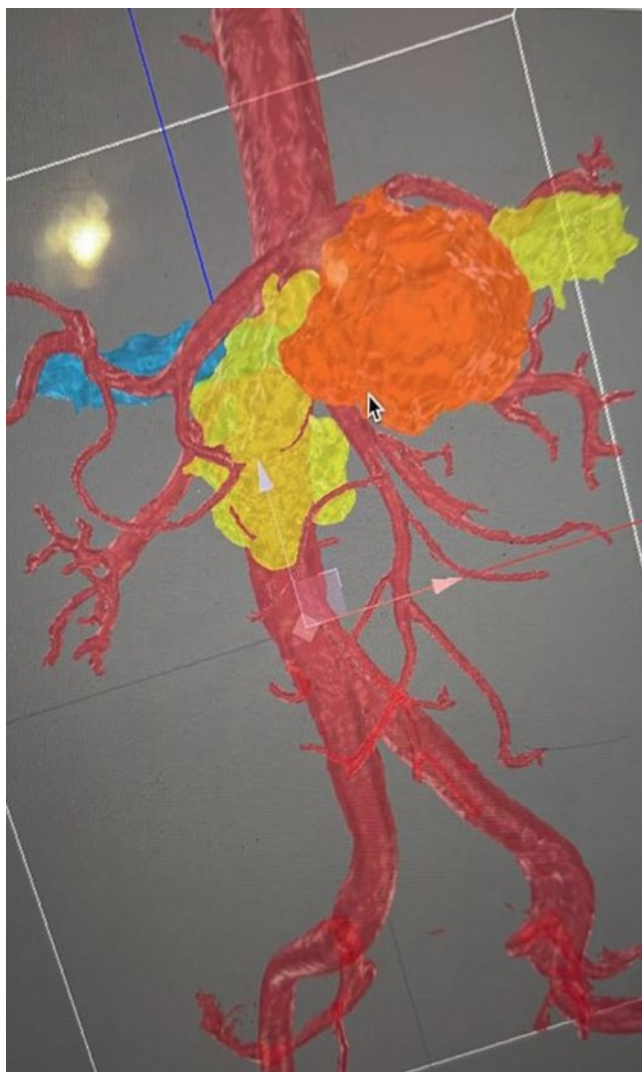


Рис. 1. 3D-модель после обработки КТ-изображения: опухоль тела поджелудочной железы

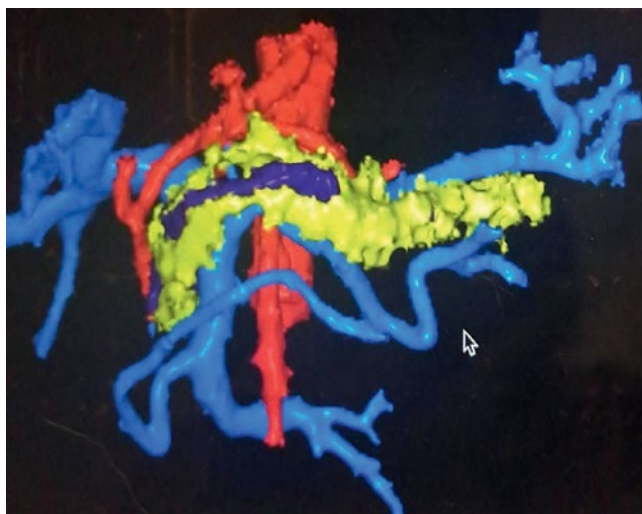


Рис. 2. 3D-модель: поджелудочная железа с расположением относительно сосудистых структур

Примеры использования 3D-модели в условиях операционной представлены на рисунке 3–5.

Полученная модель MR может быть привязана к любой точке окружающего пространства, и пользователь может просматривать модель с любой позиции. Управление моделью MR возможно путем особых команд, опосредованных жестами рук и интуитивно понятных.

Весь процесс создания MR-модели – от сегментации компьютерной томографии до загрузки ее в smart-очки с облачного сервера – занимает 20–30 минут и может выполняться врачом без предыдущего опыта работы в области биоинженерии или графического дизайна.

Результаты исследования и их обсуждение

При использовании 3D-моделей во время операции требовалось некоторое время для надевания очков, масштабирования модели и ее наложения на экранное изображение. Тем не менее на каждой операции этот процесс занимал не более 15–20 минут и существенным образом не увеличивал времени операции. При этом к моменту последней выполненной операции время, необходимое на регистрацию и наложение виртуального объекта на изображение, получаемое при помощи лапароскопа, существенно сократилось, что связано с освоением технологии работы со smart-очками.

При этом на дооперационном этапе применение технологии AR существенным образом не повлияло на планирование объема операции. Во всех случаях во время операции применение 3D-модели значимым образом не повлияло на хирургическую технику и привычный ход операции. При этом в ходе операции по поводу резидуального эхинококкоза печени применение AR облегчило ориентировку хирурга при резекции печени и манипуляции вблизи сосудисто-секреторных ножек. При выполнении лапароскопических ПДР и при корпорокаудальной резекции применение AR способствовало лучшему пониманию индивидуальной анатомии пациента при создании туннеля под поджелудочной железой и отхождении от верхней брыжеечной и селезеночных вен, а также при определении уровня пересечения паренхимы поджелудочной железы. При удалении кистозной опухоли брюшной полости применение AR не дало ощутимых преимуществ перед стандартным предоперационным обследованием и планированием объема операции.

После просмотра AR-модели хирург чувствовал себя более уверенно в отношении сосудистой анатомии и взаимоотношений удаляемой опухоли (или эхинококковой кисты) с сосудистыми структурами.

Что касается особенностей работы с 3D-моделью, то и по нашим ощущениям, и по данным изученной литературы, самым длительным процессом при использовании smart-очков является процесс масштабирования и совмещения виртуального и экранного изображений, выполняемый вручную. При этом,



Рис. 3. Интраоперационная фотография: работа с 3D-моделями при помощи smart-очков, наложение модели на экран



Рис. 4. Интраоперационная фотография: работа с 3D-моделями при помощи smart-очков, наложение модели на экран



Рис. 5. Интраоперационная фотография: работа с 3D-моделями при помощи smart-очков, наложение модели на экран

как и отмечается в литературе, полное совмещение модели с реальным органом ограничено в связи с дыханием пациента и движениями во время операции – тракциями органов и тканей, смещениями органов и их деформацией во время резекции или диссекции. Поэтому в ходе операции модель больше применялась подобно снимкам КТ в операционной, но с большей степенью удобства для оперирующего хирурга, поскольку в случае применения смарт-очков не требуется отходить от операционного стола и нет необходимости покидать операционную и производить дополнительные манипуляции, связанные со сменой стерильного хирургического костюма и повторной обработкой рук.

Заключение

Таким образом, сгенерированные компьютером данные, полученные из двухмерных изображений дооперационных исследований и непосредственно наложенные на изображение операционного поля, могут помочь хирургу во время операции. Современная литература подтверждает, что как в челюстно-лицевой хирургии, нейрохирургии и ортопедии, так и в абдоминальной хирургии мягких тканей AR получает все большее распространение, хотя перспек-

тивные рандомизированные исследования еще не опубликованы.

AR является эффективным, надежным и перспективным инструментом в абдоминальной хирургии. Тем не менее необходимы дальнейшие усовершенствования для повышения производительности AR-систем, что сделает их более надежными при проведении различных операций.

Для решения проблемы деформации органа, приводящей к неточностям в регистрации, необходимо постоянное обновление виртуальной модели во время операции. Использование других методов визуализации, таких как интраоперационное ультразвуковое исследование, МРТ может обеспечить получение дополнительных данных для более совершенного построения виртуальной модели. В настоящее время совмещение изображений происходит вручную; необходимо усовершенствовать технику регистрации, чтобы сделать систему AR полностью автоматизированной. Очевидно, что текущая технология будет развиваться и дальше для обеспечения навигации по печени в дополненной реальности на основе предоперационных данных с удобными дисплеями, установленными на голове.

ЛИТЕРАТУРА

1. Augmented reality guidance for the resection of missing colorectal liver metastases: an initial experience / D. Ntourakis, R. Memeo, L. Soler [et al.] // *World J. Surg.* – 2016. – Vol. 40 (2). – P. 419–426. – URL: <https://doi.org/10.1007/s00268-015-3229-8>
2. Augmented reality navigation in open surgery for hilar cholangiocarcinoma resection with hemihepatectomy using video-based in situ three-dimensional anatomical modeling: a case report / R. Tang, L. Ma, C. Xiang [et al.] // *Medicine (Baltimore)*. – 2017. – Vol. 96 (37). – e8083. – URL: <https://doi.org/10.1097/MD.0000000000008083>
3. Computerassisted liver surgery: clinical applications and technological trends / M. Peterhans, T. Oliveira, V. Banz [et al.] // *Crit. Rev. Biomed. Eng.* – 2012. – Vol. 40 (3). – P. 199–220. – URL: <https://doi.org/10.1615/critrevbiomedeng.v40.i3.40>
4. Cutolo F. Augmented reality in image-guided surgery // Lee N. *Encyclopedia of computer graphics and games.* – Springer Cham, 2018. – P. 1–11. – URL: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-08234-9>
5. Deformationbased augmented reality for hepatic surgery / N. Haouchine, J. Dequidt, M.-O. Berger [et al.] // *Stud. Health Technol. Inf.* – 2013. – Vol. 184. – P. 182–188.
6. Head-mounted mixed-reality technology during robotic-assisted transanal total mesorectal excision / T. Huber, E. Hadzijušufovic, C. Hansen [et al.] // *Dis. Colon. Rectum.* – 2019. – Vol. 62 (5). – P. 258–261. – URL: <https://doi.org/10.1097/DCR.0000000000001282>
7. Impact of virtual tumor resection and computerassisted risk analysis on operation planning and intraoperative strategy in major hepatic resection / H. Lang, A. Radtke, M. Hindennach [et al.] // *Arch. Surg.* – 2005. – Vol. 140 (7). – P. 629–638. – URL: <https://doi.org/10.1001/archsurg.140.7.629>
8. Lang H., Huber T. Virtual and Augmented Reality in Liver Surgery // *Ann Surg.* – 2020. – Vol. 271 (1). – e8. – URL: <https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000003601>
9. Mixed reality in visceral surgery: development of a suitable workflow and evaluation of intraoperative usecases / I. M. Sauer, M. Queisner, P. Tang [et al.] // *Ann. Surg.* – 2017. – Vol. 266 (5). – P. 706–712. – URL: <https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000002448>
10. Navigation surgery using an augmented reality for pancreatectomy / T. Okamoto, S. Onda, J. Yasuda [et al.] // *Dig. Surg.* – 2015. – Vol. 32 (2). – P. 117–123. – URL: <https://doi.org/10.1159/000371860>
11. Short rigid scope and stereoscope designed specifically for open abdominal navigation surgery: clinical application for hepatobiliary and pancreatic surgery / S. Onda, T. Okamoto, M. Kanehira [et al.] // *J. Hepatobiliary Pancreat. Sci.* – 2013. – Vol. 20 (4). – P. 448–453. – URL: <https://doi.org/10.1007/s00534-012-0582-y>
12. The LiverSurgeryTrainer: training of computer-based planning in liver resection surgery // *Int. J. Comput. Assist. Radiol. Surg.* – 2013. – Vol. 8 (5). – P. 809–818. – URL: <https://doi.org/10.1007/s11548-013-0812-z>
13. Utility of augmented reality system in hepatobiliary surgery / T. Okamoto, S. Onda, M. Matsumoto [et al.] // *J. Hepatobiliary Pancreat. Sci.* – 2013. – Vol. 20 (2). – P. 249–253. – URL: <https://doi.org/10.1007/s00534-012-0504-z>

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

1. Абдулкеримов Зайпулла Ахмедович, к. м. н., доцент кафедры хирургии и хирургических технологий ФДПО, заведующий хирургическим отделением № 1 Университетской клиники, ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А. И. Евдокимова» Минздрава России, 111398, РОССИЯ, МОСКВА, ул. Кусковская, д. 1а, с. 4, e-mail: dr-zay@yandex.ru
2. Абрамовский Станислав Владимирович, заведующий отделением трансфузиологии, ФГБУ «Северо-Западный окружной научно-клинический центр имени Л. Г. Соколова» ФМБА России, 194291, РОССИЯ, САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, пр. Культуры, д. 4, тел. +7 (921) 341-40-31, e-mail: sv_abramovskiy@mail.ru, ORCID 0000-0003-1227-0668
3. Александров Василий Владимирович, к. м. н., доцент кафедры госпитальной хирургии, ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет», 400131, РОССИЯ, ВОЛГОГРАД, ул. Павших Борцов, д. 1, тел. +7 (917) 830-49-89, e-mail: 79178304989@yandex.ru
4. Амелина Инна Дмитриевна, к. м. н., научный сотрудник научного отделения диагностической и интервенционной радиологии, врач-рентгенолог, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии имени Н. Н. Петрова» Минздрава России, 197758, РОССИЯ, САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, пос. Песочный, Ленинградская ул., д. 68, тел. +7 (931) 358-12-11, e-mail: dr.innamelina@gmail.com, ORCID 0000-0002-5128-001X
5. Багненко Сергей Сергеевич, д. м. н., доцент, руководитель научного отделения диагностической и интервенционной радиологии, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии имени Н. Н. Петрова» Минздрава России, 197758, РОССИЯ, САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, пос. Песочный, Ленинградская ул., д. 68, e-mail: bagnenko_ss@mail.ru, ORCID 0000-0002-4131-6293
6. Богатиков Александр Александрович, к. м. н., заместитель главного врача по хирургии, хирург, онколог, ФГБУ «Северо-Западный окружной научно-клинический центр имени Л. Г. Соколова» ФМБА России, 194291, РОССИЯ, САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, пр. Культуры, д. 4; доцент кафедры факультетской хирургии, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», 199034, РОССИЯ, САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, Университетская наб., д. 7–9, e-mail: abogatikov@mail.ru
7. Божок Алла Александровна, д. м. н., онколог, ведущий научный сотрудник, ФГБУ «Северо-Западный окружной научно-клинический центр имени Л. Г. Соколова» ФМБА России, 194291, РОССИЯ, САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, пр. Культуры, д. 4; профессор кафедры онкологии, детской онкологии и лучевой терапии, кафедры пластической и реконструктивной хирургии, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России, 194100, РОССИЯ, САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, ул. Литовская, д. 2
8. Ведянская Дарья Александровна, студентка медицинского факультета, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», 199034, РОССИЯ, САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, Университетская наб., д. 7–9
9. Габдуллин Амир Фаильевич, врач-уролог урологического отделения Университетской клиники, ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А. И. Евдокимова» Минздрава России, 111398, РОССИЯ, МОСКВА, ул. Кусковская, д. 1а, с. 4, e-mail: dr.gabdullin@gmail.com, ORCID 0000-0002-9989-7879
10. Гамзатов Темирлан Хизриевич, к. м. н., сердечно-сосудистый хирург, ФГБУ «Северо-Западный окружной научно-клинический центр имени Л. Г. Соколова» ФМБА России, 194291, РОССИЯ, САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, пр. Культуры, д. 4
11. Григорьева Елена Владимировна, д. м. н., заведующая отделением лучевой диагностики Университетской клиники, ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А. И. Евдокимова» Минздрава России, 111398, РОССИЯ, МОСКВА, ул. Кусковская, д. 1а, с. 4, e-mail: iara333@yahoo.com, ORCID 0000-0001-8207-7180
12. Дербенцева Татьяна Викторовна, к. м. н., доцент кафедры госпитальной хирургии, ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет», 400131, РОССИЯ, ВОЛГОГРАД, ул. Павших Борцов, д. 1, тел. +7 (905) 396-82-14, e-mail: tatyana-derbenceva@yandex.ru
13. Иванова Галина Геннадьевна, врач-трансфузиолог отделения трансфузиологии, ФГБУ «Северо-Западный окружной научно-клинический центр имени Л. Г. Соколова» ФМБА России, 194291, РОССИЯ, САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, пр. Культуры, д. 4, e-mail: gb.snake@mail.ru, ORCID 0000-0001-8789-1755
14. Карачун Алексей Михайлович, д. м. н., доцент, врач-онколог, заведующий отделением абдоминальной онкологии, руководитель научного отделения опухолей желудочно-кишечного тракта, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии имени Н. Н. Петрова» Минздрава России, 197758, РОССИЯ, САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, пос. Песочный, Ленинградская ул., д. 68, e-mail: dr.a.karachun@gmail.com, ORCID 0000-0001-6641-7229
15. Карсанов Алан Мухарбекович, к. м. н., доцент кафедры хирургических болезней № 3, ФГБОУ ВО «Северо-Осетинская государственная медицинская академия» Минздрава России, 362019, РОССИЯ, ВЛАДИКАВКАЗ, ул. Пушкинская, д. 40, тел. +7 (918) 824-92-80, e-mail: karsan@inbox.ru

16. Кащенко Виктор Анатольевич, д. м. н., профессор, заместитель генерального директора по научно-образовательной работе, ФГБУ «Северо-Западный окружной научно-клинический центр имени Л. Г. Соколова» ФМБА России, 194291, РОССИЯ, САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, пр. Культуры, д. 4; заведующий кафедрой факультетской хирургии, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», 199034, РОССИЯ, САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, Университетская наб., д. 7–9, тел. +7 (911) 928-95-25, e-mail: surg122@yandex.ru
17. Кебряков Алексей Владимирович, сердечно-сосудистый хирург, ФГБУ «Северо-Западный окружной научно-клинический центр имени Л. Г. Соколова» ФМБА России, 194291, РОССИЯ, САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, пр. Культуры, д. 4, тел. +7 (921) 774-45-77, e-mail: kebriaakov@gmail.com
18. Климов Даниил Дмитриевич, к. тех. н., заведующий лабораторией медико-роботических цифровых технологий НИИ «ТЕХНОБИОМЕД», ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А. И. Евдокимова» Минздрава России, 111398, РОССИЯ, МОСКВА, ул. Кусковская, д. 1а, с. 4
19. Коптеев Никита Романович, врач-хирург 1-го хирургического отделения, ФГБУ «Северо-Западный окружной научно-клинический центр имени Л. Г. Соколова» ФМБА России, 194291, РОССИЯ, САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, пр. Культуры, д. 4; аспирант кафедры факультетской хирургии, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», 199034, РОССИЯ, САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, Университетская наб., д. 7–9, тел. +7 (981) 783-12-23, e-mail: nikitakopteyev@mail.ru
20. Краморов Евгений Станиславович, студент медицинского факультета, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», 199034, РОССИЯ, САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, Университетская наб., д. 7–9
21. Ланков Тимур Сергеевич, заведующий отделением торакальной и абдоминальной онкологии, ЧУЗ «Клиническая больница «РЖД-Медицина» города Санкт-Петербург», 195271, РОССИЯ, САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, пр. Мечникова, д. 27, тел. +7 (812) 679-70-03, e-mail: Dr@TimLankov.ru
22. Лискевич Роман Витальевич, к. м. н., ассистент кафедры хирургии и хирургических технологий ФДПО, врач-хирург хирургического отделения № 1 Университетской клиники, ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А. И. Евдокимова» Минздрава России, 111398, РОССИЯ, МОСКВА, ул. Кусковская, д. 1а, с. 4, e-mail: iluchistij@mail.ru, ORCID 0000-0002-5455-2439
23. Лодыгин Александр Владимирович, к. м. н., заведующий I хирургическим отделением, ФГБУ «Северо-Западный окружной научно-клинический центр имени Л. Г. Соколова» ФМБА России, 194291, РОССИЯ, САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, пр. Культуры, д. 4; доцент кафедры факультетской хирургии, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», 199034, РОССИЯ, САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, Университетская наб., д. 7–9
24. Маскин Сергей Сергеевич, д. м. н., профессор, заведующий кафедрой госпитальной хирургии, ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет», 400131, РОССИЯ, ВОЛГОГРАД, ул. Павших Борцов, д. 1, +7 (8442) 38-50-05, e-mail: maskinS@Vb.ru
25. Овчинников Тимофей Сергеевич, ординатор-хирург кафедры госпитальной хирургии имени В. А. Оппеля, ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И. И. Мечникова» Минздрава России, 195067, РОССИЯ, САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, Пискаревский пр., д. 47; аспирант кафедры факультетской хирургии, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», 199034, РОССИЯ, САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, Университетская наб., д. 7–9, тел. +7 (981) 907-07-58, e-mail: russ.surgeon@gmail.com
26. Павлов Ростислав Владимирович, ассистент кафедры факультетской хирургии, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», 199034, РОССИЯ, САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, Университетская наб., д. 7–9
27. Панченков Дмитрий Николаевич, д. м. н., профессор, заведующий кафедрой хирургии и хирургических технологий ФДПО, заведующий лабораторией минимально инвазивной хирургии НИИ «ТЕХНОБИОМЕД», ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А. И. Евдокимова» Минздрава России, 111398, РОССИЯ, МОСКВА, ул. Кусковская, д. 1а, с. 4, e-mail: dnpanchenkov@mail.ru, ORCID 0000-0001-8539-4392
28. Пароваткин Михаил Иванович, к. м. н., доцент кафедры госпитальной хирургии, ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет», 400131, РОССИЯ, ВОЛГОГРАД, ул. Павших Борцов, д. 1, тел. +7 (8442) 38-50-05, e-mail: maskinS@Vb.ru
29. Пришляк Владимир Богданович, врач-трансфузиолог отделения трансфузиологии, ФГБУ «Северо-Западный окружной научно-клинический центр имени Л. Г. Соколова» ФМБА России, 194291, РОССИЯ, САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, пр. Культуры, д. 4, e-mail: vladimir2382@mail.ru
30. Прохоренко Леонид Сергеевич, младший научный сотрудник лаборатории медико-роботических цифровых технологий НИИ «ТЕХНОБИОМЕД», ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А. И. Евдокимова» Минздрава России, 111398, РОССИЯ, МОСКВА, ул. Кусковская, д. 1а, с. 4

31. Ратников Вячеслав Альбертович, д. м. н., профессор, заместитель генерального директора – медицинский директор, ФГБУ «Северо-Западный окружной научно-клинический центр имени Л. Г. Соколова» ФМБА России, 194291, РОССИЯ, САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, пр. Культуры, д. 4; профессор Научно-клинического образовательного центра «Лучевая диагностика и ядерная медицина» Института высоких медицинских технологий медицинского факультета, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», 199034, РОССИЯ, САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, Университетская наб., д. 7–9, e-mail: dr.ratnikov@mail.ru
32. Светликов Алексей Владимирович, д. м. н., заведующий отделением сосудистой и эндоваскулярной хирургии, ФГБУ «Северо-Западный окружной научно-клинический центр имени Л. Г. Соколова» ФМБА России, 194291, РОССИЯ, САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, пр. Культуры, д. 4; доцент кафедры факультетской хирургии, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», 199034, РОССИЯ, САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, Университетская наб., д. 7–9, e-mail: asvetlikov@mail.ru, ORCID 0000-0001-8652-8778
33. Семенякин Игорь Владимирович, д. м. н., профессор кафедры госпитальной хирургии, ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А. И. Евдокимова» Минздрава России, 111398, РОССИЯ, МОСКВА, ул. Кусковская, д. 1а, с. 4, e-mail: iceig@mail.ru, ORCID 0000-0003-3246-7337
34. Силантьева Александра Владимировна, врач-трансфузиолог отделения трансфузиологии, ФГБУ «Северо-Западный окружной научно-клинический центр имени Л. Г. Соколова» ФМБА России, 194291, РОССИЯ, САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, пр. Культуры, д. 4, e-mail: alex_sila_87@mail.ru
35. Симутис Ионас Стасио, к. м. н., заведующий отделением реанимации Клинической больницы № 122, ФГБУ «Северо-Западный окружной научно-клинический центр имени Л. Г. Соколова» ФМБА России, 194291, РОССИЯ, САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, пр. Культуры, д. 4; доцент кафедры анестезиологии и реаниматологии имени В. Л. Ваневского, ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И. И. Мечникова» Минздрава России, 195067, РОССИЯ, САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, Пискаревский пр., д. 47, e-mail: simutis@mail.ru, ORCID 0000-0002-2537-0142
36. Сыроватский Алексей Андреевич, заведующий отделением анестезиологии-реанимации, ФГБУ «Северо-Западный окружной научно-клинический центр имени Л. Г. Соколова» ФМБА России, 194291, РОССИЯ, САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, пр. Культуры, д. 4, e-mail: drsyrovatskiy@gmail.com, ORCID 0000-0002-4768-8856
37. Топузов Рустем Эльдарович, доцент кафедры хирургии им. В. А. Опделя, ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И. И. Мечникова» Минздрава России, 195067, РОССИЯ, САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, Пискаревский пр., д. 47
38. Тупикин Кирилл Алексеевич, к. м. н., ассистент кафедры хирургии и хирургических технологий ФДПО, врач-хирург хирургического отделения № 1 Университетской клиники, ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А. И. Евдокимова» Минздрава России, 111398, РОССИЯ, МОСКВА, ул. Кусковская, д. 1а, с. 4, тел. +7 (909) 382-42-34, e-mail: kirilltupikin87@gmail.com, ORCID 0000-0001-5467-0737
39. Хлобыстин Руслан Юрьевич, к. м. н., хирург, онколог хирургического отделения, ФГБУ «Федеральный Сибирский научно-клинический центр ФМБА России», 660037, РОССИЯ, КРАСНОЯРСК, ул. Коломенская, д. 26; ассистент кафедры онкологии с курсом лучевой терапии и ПО, ФГБОУ ВО «Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В. Н. Войно-Ясенецкого» Минздрава России, 660022, РОССИЯ, КРАСНОЯРСК, ул. Партизана Железняка, д. 1, тел. +7 (913) 041-24-05, e-mail: oncolog_hr@list.ru

DATA ON AUTHORS

1. Abdulkerimov Z. A., PhD, Associate Professor of the Department of Surgery and Surgical Technologies of FAPE, Head of the Surgical Department N 1 of the University Clinic, Evdokimov' Moscow State Medical and Dental University of the Ministry of Health of Russia, building 4, dom 1a, ulitsa Kuskovskaya, MOSCOW, RUSSIA, 111398, e-mail: dr-zay@yandex.ru
2. Abramovskii S. V., Head of the Department of Transfusiology, Sokolov' North-West Regional Scientific and Clinical Center of the Federal Medical and Biological Agency, dom 4, pr. Kultury, SANKT PETERSBURG, RUSSIA, 194291, +7 (921) 341-40-31, e-mail: sv_abramovskiy@mail.ru, ORCID 0000-0003-1227-0668
3. Aleksandrov V. V., PhD, Associate Professor of the Department of Hospital Surgery, Volgograd State Medical University, dom 1, ulitsa Pavshikh Bortsov, VOLGOGRAD, RUSSIA, 400131, +7 (917) 830-49-89, e-mail: 79178304989@yandex.ru
4. Amelina I. D., PhD, Researcher of the Scientific Department of Diagnostic and Interventional Radiology; radiologist, Petrov' National Medical Research Center of Oncology of the Ministry of Health of Russia, dom 68, Leningradskaya ulitsa, pos. Pesochnyi, SANKT PETERSBURG, RUSSIA, 197758, +7 (931) 358-12-11, e-mail: dr.innamelina@gmail.com, ORCID 0000-0002-5128-001X
5. Bagnenko S. S., MD, Associate Professor, Head of the Scientific Department of Diagnostic and Interventional Radiology, Petrov' National Medical Research Center of Oncology of the Ministry of Health of Russia, dom 68, Leningradskaya ulitsa, pos. Pesochnyi, SANKT PETERSBURG, RUSSIA, 197758, e-mail: bagnenko_ss@mail.ru, ORCID 0000-0002-4131-6293
6. Bogatikov A. A., PhD, Deputy Chief Physician for Surgery, surgeon, oncologist, Sokolov' North-West Regional Scientific and Clinical Center of the Federal Medical and Biological Agency, dom 4, pr. Kultury, SANKT PETERSBURG, RUSSIA, 194291; Associate Professor of the Department of the Faculty Surgery, Saint Petersburg State University, dom 7-9, Universitetskaya naberezhnaya, SANKT PETERSBURG, RUSSIA, 199034, e-mail: abogatikov@mail.ru
7. Bozhok A. A., MD, Oncologist, Senior Reseacher, Sokolov' North-West Regional Scientific and Clinical Center of the Federal Medical and Biological Agency, dom 4, pr. Kultury, SANKT PETERSBURG, RUSSIA, 194291; Professor of the Department of Oncology, Pediatric Oncology and Radiation Therapy, Professor of the Department of Plastic and Reconstructive Surgery, Saint Petersburg State Pediatric Medical University of the Ministry of Health of Russia, dom 2, Litovskaya ulitsa, SANKT PETERSBURG, RUSSIA, 194100
8. Derbentseva T. V., PhD, Associate Professor of the Department of Hospital Surgery, Volgograd State Medical University, dom 1, ulitsa Pavshikh Bortsov, VOLGOGRAD, RUSSIA, 400131, +7 (905) 396-82-14, e-mail: tatyana-derbenceva@yandex.ru
9. Gabdullin A. F., urologist of the Urological Department of the University Clinic, Evdokimov' Moscow State Medical and Dental University of the Ministry of Health of Russia, building 4, dom 1a, ulitsa Kuskovskaya, MOSCOW, RUSSIA, 111398, e-mail: dr.gabdullin@gmail.com, ORCID 0000-0002-9989-7879
10. Gamzatov T. Kh., PhD, Cardiovascular Surgeon, Sokolov' North-West Regional Scientific and Clinical Center of the Federal Medical and Biological Agency, dom 4, pr. Kultury, SANKT PETERSBURG, RUSSIA, 194291
11. Grigorieva E. V., MD, Chief of the X-ray Department of the University Clinic, Evdokimov' Moscow State Medical and Dental University of the Ministry of Health of Russia, building 4, dom 1a, ulitsa Kuskovskaya, MOSCOW, RUSSIA, 111398, e-mail: iara333@yahoo.com, ORCID 0000-0001-8207-7180
12. Ivanova G. G., transfusiologist of the Department of Transfusiology, Sokolov' North-West Regional Scientific and Clinical Center of the Federal Medical and Biological Agency, dom 4, pr. Kultury, SANKT PETERSBURG, RUSSIA, 194291, e-mail: gb.snake@mail.ru, ORCID 0000-0001-8789-1755
13. Karachun A. M., MD, Associate Professor, Oncologist, Head of the Department of Abdominal Oncology, Head of the Scientific Department of Gastrointestinal Tumors, Petrov' National Medical Research Center of Oncology of the Ministry of Health of Russia, dom 68, Leningradskaya ulitsa, pos. Pesochnyi, SANKT PETERSBURG, RUSSIA, 197758, e-mail: dr.a.karachun@gmail.com, ORCID 0000-0001-6641-7229
14. Karsanov A. M., PhD, Associate Professor of the Department of Surgical Diseases N 3, North-Ossetian State Medical Academy of the Ministry of Health of Russia, dom 40, ulitsa Pushkinskaya, VLADIKAVKAZ, RUSSIA, 362019, +7 (918) 824-92-80, e-mail: karsan@inbox.ru
15. Kashchenko V. A., MD, Professor, Deputy Director General for Scientific and Educational Work, Sokolov' North-West Regional Scientific and Clinical Center of the Federal Medical and Biological Agency, dom 4, pr. Kultury, SANKT PETERSBURG, RUSSIA, 194291; Head of the Department of the Faculty Surgery, Saint Petersburg State University, dom 7-9, Universitetskaya naberezhnaya, SANKT PETERSBURG, RUSSIA, 199034, +7 (911) 928-95-25, e-mail: surg122@yandex.ru

16. Kebryakov A. V., Cardiovascular Surgeon, Sokolov' North-West Regional Scientific and Clinical Center of the Federal Medical and Biological Agency, dom 4, pr. Kultury, SANKT PETERSBURG, RUSSIA, 194291
17. Khlobystin R. Yu. PhD, Surgeon, Oncologist of the Surgical Department, Federal Siberian Scientific and Clinical Center of the Federal Medical and Biological Agency; Medicine Assistant of the assistant of the Department of Oncology with a course of radiation therapy and postgraduate education, Voino-Yasenetsky' Krasnoyarsk State Medical University of the Ministry of Health of Russia, dom 1, ulitsa Partizana Zheleznyaka, KRASNOYARSK, RUSSIA, 660022, +7 (913) 041-24-05, e-mail: oncolog_hr@list.ru
18. Klimov D. D., Cand. of Techn. Sci., Head of the Laboratory of Medical Robotic Digital Technologies of the TECHNOBIOMED Research Institute, Evdokimov' Moscow State Medical and Dental University of the Ministry of Health of Russia, building 4, dom 1a, ulitsa Kuskovskaya, MOSCOW, RUSSIA, 111398
19. Kopteev N. R., Surgeon of the 1st Surgical Department, Sokolov' North-West Regional Scientific and Clinical Center of the Federal Medical and Biological Agency, dom 4, pr. Kultury, SANKT PETERSBURG, RUSSIA, 194291, postgraduate student of the Department of Faculty Surgery, Saint Petersburg State University, dom 7–9, Universitetskaya naberezhnaya, SANKT PETERSBURG, RUSSIA, 199034, +7 (981) 783-12-23, e-mail: nikitakopteyev@mail.ru
20. Kramorov E. S., student of the Faculty of Medicine, Saint Petersburg State University, dom 7–9, Universitetskaya naberezhnaya, SANKT PETERSBURG, RUSSIA, 199034
21. Lankov T. S., Head of the Department of Thoracic and Abdominal Oncology, Clinical Hospital "Russian Railways-Medicine" of Saint Petersburg, dom 27, pr. Mechnikova, SANKT PETERSBURG, RUSSIA, 195271, +7 (812) 679-70-03, e-mail: Dr@TimLankov.ru
22. Liskevich R. V., PhD, Assistant of the Department of Surgery and Surgical Technologies of FAPE, doctor-surgeon of the Surgical Department N 1 of the University Clinic, Evdokimov' Moscow State Medical and Dental University of the Ministry of Health of Russia, building 4, dom 1a, ulitsa Kuskovskaya, MOSCOW, RUSSIA, 111398, e-mail: iluchistij@mail.ru, ORCID 0000-0002-5455-2439
23. Lodygin A. V., PhD, Head of the Surgical Department N 1, Sokolov' North-West Regional Scientific and Clinical Center of the Federal Medical and Biological Agency, dom 4, pr. Kultury, SANKT PETERSBURG, RUSSIA, 194291; Associate Professor of the Department of the Faculty Surgery, Saint Petersburg State University, dom 7–9, Universitetskaya naberezhnaya, SANKT PETERSBURG, RUSSIA, 199034
24. Maskin S. S., MD, Professor, Head of the Department of Hospital Surgery, Volgograd State Medical University, dom 1, ulitsa Pavshikh Bortsov, VOLGOGRAD, RUSSIA, 400131, +7 (8442) 38-50-05, e-mail: maskinS@Bk.ru
25. Ovchinnikov T. S., Resident Surgeon of the Ooppel' Department of Hospital Surgery, Mechnikov' North-West State Medical University of the Ministry of Health of Russia, dom 47, Piskarevskii pr., SANKT PETERSBURG, RUSSIA, 195067; postgraduate student of the Department of Faculty Surgery, Saint Petersburg State University, dom 7–9, Universitetskaya naberezhnaya, SANKT PETERSBURG, RUSSIA, 199034, +7 (981) 907-07-58, e-mail: russ.surgeon@gmail.com
26. Panchenkov D. N., MD, Professor, Head of the Department of Surgery and Surgical Technologies of FAPE, Head of the Laboratory of Minimally Invasive Surgery of the TECHNOBIOMED Research Institute, Evdokimov' Moscow State Medical and Dental University of the Ministry of Health of Russia, building 4, dom 1a, ulitsa Kuskovskaya, MOSCOW, RUSSIA, 111398, e-mail: dnpanchenkov@mail.ru, ORCID 0000-0001-8539-4392
27. Parovatkan M. I., PhD, Associate Professor of the Department of Hospital Surgery, Volgograd State Medical University, dom 1, ulitsa Pavshikh Bortsov, VOLGOGRAD, RUSSIA, 400131, +7 (8442) 38-50-05, e-mail: maskinS@Bk.ru
28. Pavlov R. V., Assistant of the Department of Faculty Surgery, Saint Petersburg State University, dom 7–9, Universitetskaya naberezhnaya, SANKT PETERSBURG, RUSSIA, 199034
29. Prishlyak V. B., transfusiologist of the Department of Transfusiology, Sokolov' North-West Regional Scientific and Clinical Center of the Federal Medical and Biological Agency, dom 4, pr. Kultury, SANKT PETERSBURG, RUSSIA, 194291, e-mail: vladimir2382@mail.ru
30. Prokhorenko L. S., researcher of the Laboratory of Medical Robotic Digital Technologies of the TECHNOBIOMED Research Institute, Evdokimov' Moscow State Medical and Dental University of the Ministry of Health of Russia, building 4, dom 1a, ulitsa Kuskovskaya, MOSCOW, RUSSIA, 111398
31. Ratnikov V. A., MD, Professor, Deputy General Director – Medical Director, Sokolov' North-West Regional Scientific and Clinical Center of the Federal Medical and Biological Agency, dom 4, pr. Kultury, SANKT PETERSBURG, RUSSIA, 194291; Professor of the Scientific and Clinical Educational Center "Radiation Diagnostics and Nuclear Medicine" of the Institute of High Medical Technologies of the Faculty of Medicine, Saint Petersburg State University, dom 7–9, Universitetskaya naberezhnaya, SANKT PETERSBURG, RUSSIA, 199034, e-mail: dr.ratnikov@mail.ru

32. Semenyakin I. V., MD, professor of the Department of Hospital Surgery, Evdokimov' Moscow State Medical and Dental University of the Ministry of Health of Russia, building 4, dom 1a, ulitsa Kuskovskaya, MOSCOW, RUSSIA, 111398, e-mail: iceig@mail.ru, ORCID 0000-0003-3246-7337
33. Silantieva A. V., transfusiologist of the Department of Transfusiology, Sokolov' North-West Regional Scientific and Clinical Center of the Federal Medical and Biological Agency, dom 4, pr. Kultury, SANKT PETERSBURG, RUSSIA, 194291, e-mail: alex_sila_87@mail.ru
34. Simutis I. S., PhD, Head of the Intensive Care Unit of Clinical Hospital N 122, Sokolov' North-West Regional Scientific and Clinical Center of the Federal Medical and Biological Agency, dom 4, pr. Kultury, SANKT PETERSBURG, RUSSIA, 194291; Associate Professor of the Vanevskii' Department of Anesthesiology and Resuscitation, Mechnikov' North-West State Medical University of the Ministry of Health of Russia, dom 47, Piskarevskii pr., SANKT PETERSBURG, RUSSIA, 195067, e-mail: simutis@mail.ru, ORCID 0000-0002-2537-0142
35. Svetlikov A. V., MD, Chief of the Vascular and Endovascular Surgery Department, Sokolov' North-West Regional Scientific and Clinical Center of the Federal Medical and Biological Agency, dom 4, pr. Kultury, SANKT PETERSBURG, RUSSIA, 194291; Associate Professor of the Department of the Faculty Surgery, Saint Petersburg State University, dom 7–9, Universitetskaya naberezhnaya, SANKT PETERSBURG, RUSSIA, 199034, e-mail: asvetlikov@mail.ru, ORCID 0000-0001-8652-8778
36. Syrovatskii A. A., Head of the Department of Anesthesiology-Resuscitation, Sokolov' North-West Regional Scientific and Clinical Center of the Federal Medical and Biological Agency, dom 4, pr. Kultury, SANKT PETERSBURG, RUSSIA, 194291, e-mail: drsyrovatskiy@gmail.com, ORCID 0000-0002-4768-8856
37. Topuzov R. E., Associate Professor of the Opperl' Department of Surgery, Mechnikov' North-West State Medical University of the Ministry of Health of Russia, dom 47, Piskarevskii pr., SANKT PETERSBURG, RUSSIA, 195067
38. Tupikin K. A., PhD, Assistant of the Department of Surgery and Surgical Technologies of FAPE, doctor-surgeon of the Surgical Department N 1 of the University Clinic, Evdokimov' Moscow State Medical and Dental University of the Ministry of Health of Russia, building 4, dom 1a, ulitsa Kuskovskaya, MOSCOW, RUSSIA, 111398, +7 (909) 382-42-34, e-mail: kirilltupikin87@gmail.com, ORCID 0000-0001-5467-0737
39. Vedyanskaya D. A., student of the Faculty of Medicine, Saint Petersburg State University, dom 7–9, Universitetskaya naberezhnaya, SANKT PETERSBURG, RUSSIA, 199034

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

Журнал «Клиническая больница» ФГБУ «Северо-Западный окружной научно-клинический центр имени Л. Г. Соколова» ФМБА России выпускается ежеквартально.

В журнал принимаются статьи и сообщения по наиболее значимым вопросам научной и научно-практической, лечебно-профилактической и клинической, а также учебной и учебно-методической работы.

Работы для опубликования в журнале должны быть представлены в соответствии со следующими требованиями:

1. Статья должна быть напечатана на одной стороне листа формата А4, с полуторным интервалом между строчками, со стандартными полями (слева – 3 см, справа – 1 см, сверху и снизу – 2,5 см), с нумерацией страниц (сверху в центре, первая страница без номера). Текст необходимо печатать в редакторе Word версии до 2003 включительно, шрифтом Times New Roman, 14 кеглем, без переносов.

2. Объем обзорных статей не должен превышать 20 страниц печатного текста, оригинальных исследований, исторических статей – 10 страниц, включая список литературы.

3. Присылать следует 1 распечатанный экземпляр, подписанный на титульном листе всеми авторами с указанием даты, и электронный вариант на электронном носителе. В начале первой страницы указываются инициалы и фамилии авторов, название статьи, наименование учреждения*, где выполнена работа (на русском и английском языках), краткие сведения об авторах, а также должность, телефонный номер и электронный адрес автора, ответственного за связь с редакцией.

4. Первая страница должна содержать реферат на русском и английском языках (объемом не более 100 слов). В реферате должны быть изложены основные результаты, новые и важные аспекты исследования или наблюдений. Реферат не должен содержать аббревиатур. Далее должны быть приведены ключевые слова на русском и английском языках (не более 10 слов).

5. Текст статьи должен быть тщательно выверен и не должен содержать смысловых, орфографических, пунктуационных и стилистических ошибок.

6. Особенно тщательно следует описывать материалы и методы исследования, точно указывать названия использованных реактивов, фирму-изготовителя и страну происхождения.

7. Недопустимо использовать в статье фамилии, инициалы больных или номера историй болезни, особенно на рисунках или фотографиях.

8. При изложении экспериментов на животных укажите, соответствовало ли содержание и использование лабораторных животных правилам, принятым в учреждении, рекомендациям национального совета по исследованиям, национальным законам.

9. Все иллюстрации должны быть предоставлены отдельными файлами в CMYK-модели, в формате TIFF либо EPS (без использования JPG-компрессии) с разрешением не меньше 300 dpi в масштабе 1:1. Название приложенного файла должно соответствовать порядку нумерации рисунка в тексте. Подписи к иллюстрациям должны быть размещены в основном тексте. На каждый рисунок, диаграмму или таблицу в тексте обязательно должна быть ссылка. В подписях к микрофотографиям, электронным микрофотографиям обязательно следует указывать метод окраски и обозначать масштабный отрезок. Диаграммы должны быть выполнены в программе Excel и приложены отдельным файлом.

10. Библиографические ссылки в тексте должны даваться цифрами в квадратных скобках и соответствовать списку литературы в конце статьи. В начале списка в алфавитном порядке указываются отечественные авторы, затем – зарубежные, также в алфавитном порядке. Общий объем ссылок – не более 15.

11. Библиографическое описание литературных источников должно соответствовать требованиям ГОСТ Р 7.0-100-2018 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления», ГОСТ 7.0.5-2008 «Библиографическая ссылка. Общие требования к правилам составления».

12. Не принимаются работы, ранее опубликованные в других изданиях.

13. Редакция имеет право требовать от авторов уточнений, изменений, а также сокращения объема материала.

14. Материалы, оформленные не в соответствии с правилами, к публикации не принимаются.

15. Присланные материалы по усмотрению редколлегии направляются для рецензирования членам редакционного совета.

Примечание

* – Указывается полное название организации, учреждения, как в учредительных документах.



Федеральное государственное бюджетное учреждение
**СЕВЕРО-ЗАПАДНЫЙ ОКРУЖНОЙ
НАУЧНО-КЛИНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР им. Л. Г. СОКОЛОВА**

Федерального медико-биологического агентства

Лауреат Премии Санкт-Петербурга по качеству 2003 года
Дипломант Премии Правительства России по качеству 2004 года

ВАЛДАЙСКИЙ ФИЛИАЛ
ДЛЯ ОКАЗАНИЯ ЭКСТРЕННОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ

В РАМКАХ ФЕДЕРАЛЬНОЙ ЦЕЛЕВОЙ ПРОГРАММЫ
«ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ В 2013–2020 ГОДАХ»

Лицензия № ФС-78-01-003162 от 31 августа 2020 года

Наш адрес:

175402, Новгородская область, г. Валдай, ул. Песчаная, д. 1б
(на территории Валдайской центральной районной больницы)

+ 7 (911) 636-1-122

регистратура +7 (81666) 2-88-22

тел./факс +7 (81666) 2-88-35

e-mail: vkb@med122.com

WWW.MED122.COM

