



# Медицина высоких технологий

Ежеквартальный электронный журнал



*При оформлении обложки был  
использован шелкографический  
эстамп «Педиатрическая операция»  
Кати Грановой*

# Медицина высоких технологий

*Под редакцией*  
д.м.н., проф., действительного члена ISC А.В. Чжао (Москва)

**Номер 2**  
Том второй

Москва 2024 год

# МЕДИЦИНА

## ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

ЕЖЕКВАРТАЛЬНЫЙ  
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

QUARTERLY  
SCIENTIFIC & PRACTICAL JOURNAL

### Главный редактор

д.м.н., проф., действительный член ISC **А.В. Чжао** (Москва)

### Заместитель главного редактора

д.м.н., проф., акад. РАН  
**Д.А. Гранов** (Санкт-Петербург)

### Ответственный секретарь

**Я.А. Барышникова** (Москва)

### Редакционная коллегия

д.м.н. **Д.Г. Ахаладзе** (Москва)  
к.м.н. **П.В. Балахнин** (Санкт-Петербург)  
д.м.н., проф. **Д.А. Благовестнов** (Москва)  
к.м.н. **С.А. Бугаев** (Москва)  
д.м.н. **М.А. Годков** (Москва)  
д.м.н. **А.А. Грицкевич** (Москва)  
д.м.н. **Н.А. Григорьев** (Москва)  
к.м.н. **О.И. Жаворонкова** (Москва)  
д.м.н. **Р.З. Икрамов** (Москва)  
к.м.н. **Д.А. Ионкин** (Москва)  
к.м.н. **В.В. Кулабухов** (Москва)  
проф. **Е.И. Либсон** (Израиль)  
к.м.н., доц. **Л.А. Маринова** (Москва)  
д.м.н., проф. **А.А. Поликарпов** (Санкт-Петербург)  
д.м.н., проф. **Е.В. Розенгауз** (Санкт-Петербург)  
д.м.н. **Д.В. Ручкин** (Москва)  
**С. Нидаль** (Израиль)  
д.м.н., проф. **Ю.А. Степанова** (Москва)  
д.м.н., проф. **М.Д. Ханевич** (Санкт-Петербург)  
д.м.н., проф. **В.И. Шаробаро** (Москва)

### Редакционный совет

д.м.н., проф., акад РАН **Б.Б. Баймаханов** (Алматы)  
д.м.н., проф. **В.А. Вишневский** (Москва)  
д.м.н., проф. член-корр. РАН **С.Э. Восканян** (Москва)  
д.м.н. **С.А. Васильев** (Москва)  
д.м.н., проф., акад. РАН **С.В. Готье** (Москва)  
д.м.н. **С.В. Журавель** (Москва)  
д.м.н., проф. **В.Е. Загайнов** (Нижний Новгород)  
д.м.н., проф. **Б.Н. Котив** (Санкт-Петербург)  
к.м.н., доц. **В.А. Митиш** (Москва)  
д.м.н., проф. **Greg Nowak** (Стокгольм)  
д.м.н., проф., акад. БАН **О.О. Руммо** (Минск)  
д.м.н., проф. **Mu Feng** (Гуанчжоу)  
д.м.н. **Yang Qin** (Фуцжоу)  
д.м.н., проф. **Д.И. Цыганов** (Москва)  
д.м.н., проф. **С.Г. Шаповальянц** (Москва)

### Editor-in-Chief

M.D., PhD., prof., full member of ISC **A.V. Zhao** (Moscow)

### Deputy Editor-in-Chi

M.D., PhD., Prof., Acad. RAS  
**D.A. Granov** (St. Petersburg)

### Executive Secretary

M.D. Ya.A. **Barishnikova** (Moscow)

### Editorial board

M.D., PhD. **D.G.Ahaladze** (Moscow)  
M.D., PhD. **P.V. Balakhnin** (St. Petersburg)  
M.D., PhD. prof. **D.A. Blagovestnov** (Moscow)  
M.D., PhD. **S.A. Bugaev** (Moscow)  
M.D., PhD. **M.A.Godkov** (Moscow)  
M.D., PhD. **A.A. Gritskevich** (Moscow)  
M.D., PhD., Prof. **N.A. Grigoriev** (Moscow)  
M.D., PhD. **O.I. Zhavoronkova** (Moscow)  
M.D., PhD. **R.Z. Ikramov** (Moscow)  
M.D., PhD. **D.A. Ionkin** (Moscow)  
M.D., PhD. **V.V. Kulabukhov** (Moscow)  
M.D., FRSR. Prof. **E.I. Libson** (Israel)  
M.D., PhD. Assoc. Prof. **L.A. Marinova** (Moscow)  
M.D., PhD. Prof. **A.A. Polikarpov** (St. Petersburg)  
M.D., PhD. Prof. **E.V. Rozengauz** (St. Petersburg)  
M.D., PhD. **D.V. Ruchkin** (Moscow)  
MD FRSR **S.Nidal** (Israel)  
M.D., PhD. Prof. **Yu.A. Stepanova** (Moscow)  
M.D., PhD. Prof. **M.D. Khanevich** (St. Petersburg)  
M.D., PhD. Prof. **V.I. Sharobaro** (Moscow)

### Editorial Council

M.D., PhD., Prof., Acad. RAS **B.B. Baimakhanov** (Almaty)  
M.D., PhD., prof. **V.A. Vishnevsky** (Moscow)  
M.D., PhD., prof. corresponding member RAS **S.E. Voskanyan** (Moscow)  
M.D., PhD. **S.A. Vasiliev** (Moscow)  
M.D., PhD., Prof., Acad. RAS **S.V. Gauthier** (Moscow)  
M.D., PhD. **S.V. Zhuravel** (Moscow)  
M.D., PhD., prof. **V.E. Zagainov** (Nizhny Novgorod)  
M.D., PhD., prof. **B.N. Kotiv** (St. Petersburg)  
M.D., PhD., Assoc. Prof **V.A. Mitish** (Moscow)  
M.D., PhD., Prof. **Greg Nowak** (Stockholm)  
M.D., PhD., prof., Acad. BAS **O.O. Rummo** (Minsk)  
M.D., PhD., prof. **Mu Feng** (Guangzhou)  
M.D., PhD. **Yang Qin** (Fuzhou)  
M.D., PhD., prof. **D.I. Tsyganov** (Moscow)  
M.D., PhD., prof. **S.G. Shapovalyants** (Moscow)

## СОДЕРЖАНИЕ

- |  |  |
|--|--|
| <b>ТЕХНОЛОГИИ ВИЗУАЛИЗАЦИИ, НАВЕДЕНИЯ И СЛЕЖЕНИЯ В ИНТЕРВЕНЦИОННОЙ ОНКОЛОГИИ: СОВРЕМЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕГО РАЗВИТИЯ</b><br>Балахнин П.В., Буровик И.А., Багненко С.С. | <b>5</b> <b>TECHNOLOGIES OF VISUALIZATION, GUIDANCE AND TRACKING IN INTERVENTIONAL ONCOLOGY: CURRENT CAPABILITIES AND PROSPECTS FOR FURTHER DEVELOPMENT</b><br>Balakhnin P.V., Burovik I.A., Bagnenko S.S. |
| <b>ВЕДЕНИЕ ПАЦИЕНТОВ ПРИ ТРАВМЕ ПЕЧЕНИ (КРАТКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)</b><br>Икрамов Р.З., Чжао А.В.   | <b>24</b> <b>MANAGEMENT OF PATIENTS WITH LIVER INJURY (A BRIEF REVIEW OF THE LITERATURE)</b><br>Ikramov R.Z., Zhao A.V.  |
| <b>СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ЛЕЧЕНИЮ ПИЛОНИДАЛЬНОЙ БОЛЕЗНИ. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.</b><br>Лангнер А.В., Чжао А.В.   | <b>29</b> <b>MODERN APPROACH TO TREATMENT OF PILONIDAL DISEASE. REVIEW OF THE LITERATURE.</b><br>Langner A.V., Zhao A.V.   |
| <b>СОВРЕМЕННОЕ ЛЕЧЕНИЕ ДИВЕРТИКУЛЯРНОЙ БОЛЕЗНИ</b><br>Йулдашев А.Г.  | <b>45</b> <b>ACTUAL TREATMENT OF DIVERTICULAR DISEASE</b><br>Yuldashev A.G.  |
| <b>ДОКАЗАТЕЛЬНАЯ ХИРУРГИЯ ДИАСТАЗА ПРЯМЫХ МЫШЦ ЖИВОТА</b><br>Нечай Т.В., Куперин А.С., Борисенко А.Г., Бения Т.Р., Мельников-Макарчук К.Ю., Гусев Л.Л., Сажин А.В.                         | <b>48</b> <b>EVIDENCE-BASED SURGERY OF RECTUS ABDOMINIS DIASTASIS</b><br>Nechay T.V., Kuperin A.S., Borisenko A.G., Benia T.R., Melnikov-Makarchuk K.Yu., Gusev L.L., Sazhin A.V.                          |

Учредитель:  
Ассоциация специалистов  
в области медицины  
высоких технологий  
e-mail: info@htmed.pro

Главный редактор:  
А.В. Чжао, проф., д.м.н.

Адрес редакции:  
117105, г. Москва; Донской,  
вн.тер.г. муниципальный  
округ донской,  
ш. Варшавское, д. 1а,  
помещ зк/п, офис 104

По вопросам рекламы и подписки  
обращаться к издателю.

Регистрационный номер и дата  
принятия решения о регистрации  
СМИ Эл №ФС77-85211  
от 10 мая 2023 г. выдано  
Федеральной службой  
по надзору в сфере связи,  
информационных технологий  
и массовых коммуникаций

Журнал выпускается в  
электронном виде 1 раз в 3 месяца.

Возрастная категория: 16+

Полная или частичная  
перепечатка материалов  
допускается с письменного  
согласия редакции.

Редакция не несёт  
ответственности  
за содержание публикуемых  
рекламных материалов.

В статьях представлена  
точка зрения авторов,  
которая может не совпадать  
с мнением редакции.



# ТЕХНОЛОГИИ ВИЗУАЛИЗАЦИИ, НАВЕДЕНИЯ И СЛЕЖЕНИЯ В ИНТЕРВЕНЦИОННОЙ ОНКОЛОГИИ: СОВРЕМЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕГО РАЗВИТИЯ

# TECHNOLOGIES OF VISUALIZATION, GUIDANCE AND TRACKING IN INTERVENTIONAL ONCOLOGY: CURRENT CAPABILITIES AND PROSPECTS FOR FURTHER DEVELOPMENT

**Балахнин П.В., Буровик И.А.,  
Багненко С.С.**

ФГБУ "НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова" МЗ РФ;  
Россия, 197758, г. Санкт-Петербург, пос. Песочный,  
ул. Ленинградская, дом 68

**Balakhnin P.V., Burovik I.A.,  
Bagnenko S.S.**

*Federal State Budgetary Institution «N.N. Petrov National  
Medical Research Centre of Oncology» Ministry of public  
health of Russian Federation; 68, Leningradskaya street,  
Pesochny, St. Petersburg, Russia, 197758*

## Сведения об авторах:

Балахнин Павел Васильевич –  
кандидат медицинских наук, старший научный  
сотрудник научного отделения диагностической и  
интервенционной радиологии, врач по  
рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению,  
заведующий ОРХМДил ФГБУ "НМИЦ онкологии  
им. Н.Н. Петрова" МЗ РФ.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3042-6729>

Scopus Author ID: 6508355464

SPIN-код: 1431-4012

AuthorID: 727661

e-mail: balahnin\_p@mail.ru

## Information about the authors:

*Balakhnin Pavel Vasilyevich –  
MD, Ph.D., Senior Researcher of the Scientific Department  
of Diagnostic and Interventional Radiology,  
Head of Department of Interventional Radiology  
of Federal State Budgetary Institution «N.N. Petrov  
National Medical Research Centre of Oncology» Ministry  
of public health of Russian Federation.*

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3042-6729>*

*Scopus Author ID: 6508355464*

*SPIN-code: 1431-4012*

*AuthorID: 727661*

*e-mail: balahnin\_p@mail.ru*

Сведения об авторах:

Буровик Илья Александрович –  
кандидат медицинских наук, старший научный  
сотрудник отделения диагностической и  
интервенционной радиологии, заведующий  
отделением лучевой диагностики ФГБУ  
«НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова» МЗ РФ.  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4714-1228>  
Scopus Author ID: 57190569907  
SPIN-код: 1923-6457  
AuthorID: 972194  
e-mail: [burovick\\_ilya@mail.ru](mailto:burovick_ilya@mail.ru)

Багненко Сергей Сергеевич –  
доктор медицинских наук, заведующий научным  
отделением диагностической  
и интервенционной  
радиологии, заместитель директора ФГБУ  
«НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова» МЗ РФ.  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4131-6293>  
Scopus Author ID: 57425014500  
SPIN-код: 4389-9374  
AuthorID: 779096  
e-mail: [bagnenko\\_ss@mail.ru](mailto:bagnenko_ss@mail.ru)

Information about the authors:

Burovik Ilya Alexandrovich –  
MD, Ph.D., Senior Researcher of the Scientific Department  
of Diagnostic and Interventional Radiology, Head of the  
Radiology Department of Federal State Budgetary Institu-  
tion «N.N. Petrov National Medical Research Centre of  
Oncology» Ministry of public health of Russian Federation.  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4714-1228>  
Scopus Author ID: 57190569907  
SPIN-код: 1923-6457  
AuthorID: 972194  
e-mail: [burovick\\_ilya@mail.ru](mailto:burovick_ilya@mail.ru)

Bagnenko Sergey Sergeevich –  
Doctor of Medical Sciences, Head of the Scientific Depart-  
ment of Diagnostic and Interventional Radiology, Deputy  
Director of Federal State Budgetary Institution «N.N.  
Petrov National Medical Research Centre of Oncology»  
Ministry of public health of Russian Federation.  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4131-6293>  
Scopus Author ID: 57425014500  
SPIN-код: 4389-9374  
AuthorID: 779096  
e-mail: [bagnenko\\_ss@mail.ru](mailto:bagnenko_ss@mail.ru)

Реферат

Abstract

Одним из неперенных условий эффективного вы-  
полнения различных интервенционно-радиологиче-  
ских вмешательств является обеспечение каче-  
ственной лучевой визуализации и навигации на  
всем протяжении минимально-инвазивного вме-  
шательства. Традиционно для этого используются  
такие модальности лучевой диагностики, как  
ультразвуковое исследование, спиральная компью-  
терная томография, магнитно-резонансная то-  
мография, а также многофункциональные ангио-  
графические комплексы с возможностью выполне-  
ния рентгенографии, рентгеноскопии, цифровой  
субтракционной ангиографии и плоскодетектор-

One of the indispensable conditions for the ef-  
fective implementation of various interventional  
radiological procedures in oncology is to ensure  
high-quality visualization and navigation  
throughout the intervention. Traditionally, such  
modalities of radiation diagnostics are used for  
this purpose as ultrasound imaging, spiral com-  
puted tomography, magnetic resonance ima-  
ging, as well as multifunctional angiographic  
systems with the ability to perform radiography,  
fluoroscopy, digital subtraction angiography and  
flat-detector computed tomography (FDCT).  
Additional robotic guidance systems, optical

ной компьютерной томографии (ПДКТ). Для повышения эффективности выполняемых вмешательств недавно были разработаны дополнительные системы роботизированного наведения, системы оптического и электромагнитного слежения, а также разнообразные опции слияния изображений. В работе проанализированы преимущества, недостатки и особенности различных модальностей и технологий, а также даны рекомендации по их эффективному использованию в рентгеноперационных онкологического профиля. Сделан вывод о том, что дальнейшее развитие технологий визуализации и навигации в интервенционной онкологии, по всей видимости, будет связано с интеграцией различных опций наведения, слежения и слияния изображений в структуру современных многофункциональных ангиографических комплексов, оснащенных постоянно совершенствующимися плоскими детекторами и программными пакетами для выполнения ПДКТ.

#### **Ключевые слова:**

плоскодетекторная компьютерная томография, ПДКТ, УЗИ, МСКТ, МРТ, интервенционная онкология, интервенционная радиология, рентгенохирургия, онкология, слияние изображений

and electromagnetic tracking systems, and a variety of image fusion technologies have recently been developed to improve the effectiveness of interventions. This article analyzes the advantages, disadvantages and features of various modalities and technologies, and also provides recommendations for their effective use in X-ray operating rooms with oncological profile. It is concluded that further development of imaging and navigation technologies in interventional oncology will most likely be associated with the integration of various options for guidance, tracking and image fusion into the structure of modern multifunctional angiographic systems equipped with constantly improving flat-panel detectors and software packages for performing FDCT.

#### **Key words:**

flat-detector computed tomography, FDCT, US, MDCT, MRI, interventional oncology, interventional radiology, x-ray surgery, oncology, image fusion

## **Введение**

Интервенционная онкология – быстро развивающаяся область интервенционной радиологии (рентгенохирургии), которая наряду с хирургией, лекарственной и лучевой терапией постепенно становится четвертым самостоятельным направлением клинической онкологии. К интервенционно-радиологическим процедурам, широко

используемым в настоящее время для диагностики и лечения онкологических заболеваний, относятся такие вмешательства как чрескожная биопсия, диагностическая ангиография и ПДКТ-артериография, чрескожное дренирование (ЧЧХД, нефростомия, дренирование абсцессов и т.д.), имплантация кавафильтров, рентгенохирургическое стентирование полых органов (желчные

протоки, пищевод, кишечник, мочеточники и др.), эмболизация сосудов при кровотечении, чрескожная энергетическая абляция (РЧА, МВА, криоабляция, необратимая электропорация и т.д.), регионарная противоопухолевая терапия в виде трансартериальной химиоэмболизации (ТАХЭ), трансартериальной радиоэмболизации и трансартериальной химиоинфузии через имплантируемые артериальные порты, обеспечение центрального венозного доступа (имплантация венозных портов и PICC-line систем), а также вертебропластика, чрескожный нейролизис, эндолимфатические вмешательства и многое другое [1, 2]. Все эти виды интервенционно-радиологических процедур требуют использования разнообразного и дорогостоящего оборудования.

Краеугольным камнем интервенционной радиологии в общем и интервенционной онкологии в частности, является качественная лучевая визуализация, основанная на использовании различных аппаратных модальностей, таких как ультразвуковое исследование (УЗИ), спиральная компьютерная томография (МСКТ), магнитно-резонансная томография (МРТ), а также многофункциональных ангиографических комплексов с возможностью выполнения рентгенографии, рентгеноскопии, цифровой субтракционной ангиографии (ЦСА) и плоскодетекторной компьютерной томографии (ПДКТ). Необходимо отметить, что внедрение ПДКТ в рутинную практику в середине 2000-х годов фактически стерло границы между диагностическими системами (трехмерная визуализация) и рентгенохирургическим диагностическим оборудованием (ранее было только двухмерным). Дальнейшее развитие технологий ПДКТ позволило дополнить трёхмерную кроссекционную визуализацию технологиями трёхмерной навигации после чего операционное пространство в рентгеноперационной также стало трёхмерным, причем трёхмерным в режиме реального времени (рис. 1) [3, 4].

Другими знаковыми событиями, значительно расширившими возможности интервенционной онкологии в 21 веке, стали разработка и внедрение в практику роботизированных систем наведения для полуавтоматической и/или автоматической чрескожной установки различных аппликаторов и игл, а также систем электромагнитного и оптического слежения и устройств лазерной подсветки. Принципиально новым направлением стала разработка и внедрение различных программных пакетов, позволивших объединять различные массивы данных, полученные при использовании разных модальностей (технологии слияния изображений, или fusion-технологии), а также осуществлять виртуальное планирование процедур и их проведение с использованием возможностей дополненной реальности (дополненной рентгеноскопии и дополненной ультразвуковой визуализации) [5-7].

Рациональный выбор «тяжелого» оборудования (МРТ, МСКТ, ангиографический комплекс, гибридные системы и т.д.) и дополняющей его высокоэффективной мобильной аппаратуры (УЗИ-сканеры, роботизированные системы наведения, системы слежения и т.д.) позволяет не только



**Рис. 1.** Современный напольный ангиографический комплекс Artis Zee Floor (Siemens, Германия), установленный в рентгеноперационной ОРХМДил ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова» МЗ РФ. Ангиографический комплекс оснащен плоским детектором третьего поколения размерами 40х30 см, что дает возможность выполнять двухфазную ПДКТ непосредственно во время рентгенохирургических вмешательств с применением как внутриапериартериального, так и внутривенного контрастирования. Программный пакет iGuide Needle Guidance (Siemens, Германия) и лазерная подсветка позволяют использовать трехмерную чрескожную навигацию в режиме реального времени при проведении чрескожной биопсии, чрескожной энергетической абляции, чрескожного дренирования и других чрескожных вмешательств. Программный пакет Embolisation Guidance (Siemens, Германия) позволяет использовать трехмерную внутрисосудистую навигацию в режиме реального времени при проведении суперселективной катетеризации и эмболизации/химиоэмболизации артерий, питающих опухоли печени и опухоли других локализаций, а также для автоматического поиска артерий, являющихся источником кровотечения. Программный пакет 3D/3D Fusion (Siemens, Германия) позволяет выполнять слияние 3D-массивов данных, полученных посредством выполнения ПДКТ как с 3D-массивами других ПДКТ-исследований (выполненных на разных этапах вмешательства, например, до и после проведения микроволновой абляции), так и с 3D-массивами любых других модальностей лучевой визуализации, в том числе МРТ, МСКТ, ПЭТ и ПЭТ-КТ.

оптимизировать затраты на оснащение и эксплуатацию рентгенохирургических операционных, но и гарантирует их высокоэффективную работу. В то же время многообразие визуализационных и навигационных технологий, созданных в последние десятилетия, создаёт определенные трудности для рациональной комплектации отделений рентгенохирургии онкологического профиля оптимальным набором «тяжелого» и передвижного оборудования. Это может приводить либо к неоправданному дублированию отдельных опций, либо к недостаточному оснащению рентгеноперационных, затрудняющему проведение ряда высокотехнологичных вмешательств.

Цель работы – проанализировать современные технологии визуализации, наведения и слежения, используемые в интервенционной онкологии при проведении различных лечебных и диагностических вмешательств, а также описать комбинацию оборудования, которая представляется оптимальной для оснащения рентген-



операционных многопрофильных онкологических стационаров.

## Общие принципы визуализации, наведения и слежения в интервенционной онкологии

Все новое оборудование и программное обеспечение, предназначенное для визуализации, наведения и слежения в интервенционной онкологии должно оцениваться с точки зрения двух ключевых параметров: 1. влияние аппаратуры или технологии на улучшение результатов лечения; 2. влияние аппаратуры или технологии на повышение безопасности вмешательств. Именно соотношение двух этих параметров, известное также как «терапевтический индекс» и определяет, в конечном итоге, ценность соответствующих технологий для клинического использования, а также глобальные направления развития различных видов медицинского оборудования в общем, и технологий интервенционной радиологии, в частности [8].

Установленная в рентгенооперационной аппаратура (комбинация различных модальностей) в идеале должна: 1. обеспечивать качественную визуализацию как минимум всех целевых очагов, траектории движения инструментов, а также прилежащих к ним жизненно-важных структур и органов при проведении всего спектра вмешательств (как чрескожных, так и эндоваскулярных); 2. позволять выполнять безопасную навигацию инструментов (катетеров, игл, аппликаторов и др.) на всем протяжении разнообразных процедур; 3. давать возможность осуществлять надежный мониторинг процесса лечения (например, внутритканевую термометрию в процессе чрескожной абляции); 4. давать возможность осуществлять модификацию процедуры в случае необходимости; 5. обеспечивать врача информацией для определения «конечной точки вмешательства» (например, при проведении ТАХЭ); 6. производить оценку непосредственного ответа на лечение сразу после окончания сеанса терапии (например, оценку величины края абляции или распределения химиоэмболизата в опухоли) [8, 9].

Кроме этого необходимо учитывать и множество других технических и эксплуатационных особенностей оборудования, основными из которых, в порядке их клинической значимости, на наш взгляд, являются следующие: 1. возможности и ограничения визуализации данной конкретной аппаратуры; 2. возможности и ограничения навигации и мониторинга; 3. удобство доступа к пациенту при проведении вмешательства (например, открытый или закрытый контур гентри); 4. универсальность оборудования (например, возможность выполнения как эндоваскулярных, так и чрескожных вмешательств на одном аппарате); 5. потенциальный вред для пациента и персонала (например, влияние ионизирующего излучения); 6. возможность совмещения с другими модальностями для увеличения

терапевтических возможностей (например, комбинация МСКТ и роботизированной системы наведения); 7. наличие ограничений для эксплуатации в определенных клинических условиях (например, ограничения аппаратуры по весу пациента); 8. сложность обучения среднего и младшего медицинского персонала; 9. сложность обучения врачей; 10. сложность обработки и стерилизации поверхностей; 11. пропускная способность системы (например, МСКТ в сравнении с МРТ); 12. цена оборудования; 13. цена необходимых расходных материалов (например, направляющих втулок для роботизированных систем наведения); 14. итоговая стоимость эксплуатации; 15. возможность обновления аппаратуры и программных пакетов; 16. соответствие помещений техническим требованиям для размещения аппаратуры (площадь помещений, этажность зданий, наличие коммуникаций и т.д.). Исходя из этого рассмотрим преимущества и недостатки различных модальностей, используемых при проведении интервенционно-радиологических вмешательств в онкологии в настоящее время.

## Ультразвуковая визуализация и навигация

Ультразвуковая визуализация – первый метод лучевой диагностики, получивший широкое распространение при проведении чрескожных интервенционно-радиологических вмешательств в самом начале 1980-х годов. Благодаря своим уникальным свойствам ультразвуковая визуализация и сегодня остается наиболее удобной и широко используемой методикой для различных чрескожных процедур, таких как мягкотканная биопсия, дренирующие операции, чрескожная энергетическая абляция, обеспечение чрескожного сосудистого доступа и т.д. [8]. Основными преимуществами УЗИ, выгодно отличающими его от других методов лучевой диагностики, являются: 1. качественная (2D) визуализация мягкотканых структур в режиме реального времени; 2. хорошая визуализация игл и аппликаторов в тканях; 3. отсутствие ионизирующего излучения; 4. возможность визуализации сосудистого русла путем доплерографии; 5. возможность использования внутрисосудистых УЗИ-контрастных препаратов; 6. возможность использования данных других модальностей (МРТ, МСКТ, ПЭТ-КТ, ПДКТ) при наличии технологий слияния изображений; 7. относительно низкая цена оборудования; 8. низкая цена эксплуатации; 9. компактность и мобильность аппаратуры; 10. повсеместная доступность.

Учитывая это каждая рентгенооперационная онкологического профиля должна быть оснащена как минимум одним ультразвуковым сканером экспертного класса, специально разработанным для выполнения всего спектра интервенционно-радиологических вмешательств в онкологии. В комплектацию сканера обязательно должны входить различные типы ультразвуковых датчиков, основными из которых для интервенционной онкологии

являются конвексный абдоминальный датчик, линейный сосудистый датчик и микроконвексный датчик. Приобретаемые ультразвуковые датчики целесообразно дополнять специальными многоэховыми направляющими устройствами для биопсийных игл, позволяющими безопасно производить чрескожную биопсию начинающим специалистам. Перспективной для использования в интервенционной онкологии является технология электромагнитного отслеживания положения ультразвукового датчика, которую необходимо включать в комплектацию интервенционных сканеров. Эта опция дает возможность совмещать УЗИ-данные с данными, полученными с помощью других модальностей, таких как МРТ, МСКТ, ПЭТ-КТ и ПДКТ на основе технологии слияния изображений и использовать эти данные при проведении интервенционных вмешательств (например, для таргетирования метастазов в печени обнаруживаемых только с помощью МРТ или ПДКТ) [10–12]. Современные системы могут оснащаться дополнительными трекерами позволяющими отслеживать положение игл или аппликаторов в электромагнитном поле с отражением их положения в виртуальном пространстве рабочей станции в режиме реального времени.

К сожалению, УЗИ обладает также рядом объективных ограничений, не позволяющих этому методу визуализации быть универсальным и заменить собой все остальные. Основными из этих ограничений являются следующие: 1. невозможно использовать УЗИ при проведении эндоваскулярных вмешательств; 2. отсутствие 3D-визуализации в режиме реального времени; 3. высокая зависимость от опыта оператора; 4. субъективность при интерпретации данных; 5. плохая визуализация изоэхогенных образований и структур; 6. плохая визуализация тканей содержащих воздух или пар; 7. плохая визуализация костных структур; 8. плохая визуализация тканей, содержащих большое количество жира; 9. плохая визуализация глубоко расположенных структур и образований. В практической работе это приводит к тому, что УЗИ не может эффективно применяться при проведении чрескожных диагностических и лечебных вмешательств на легких и костях (без использования fusion-технологий), а также при всех видах эндоваскулярных вмешательств. Кроме того, значительные трудности возникают при визуализации очаговых образований внутренних органов у тучных пациентов, при визуализации изоэхогенных опухолей, при визуализации опухолей печени, расположенных под куполом диафрагмы (т.к. визуализации мешает воздушная ткань легкого), а также при мониторинге процесса гипертермической абляции (РЧА, МВА, лазерная абляция) в связи с интенсивным парообразованием [8]. В определенной степени проблему визуализации и мониторинга во время абляции опухолей позволяет решить использование ультразвуковых контрастных препаратов, однако их применение в рутинной практике не всегда представляется возможным. При проведении вмешательств, которые не могут быть выполнены под ультра-

звуковым контролем используются другие методы лучевой визуализации, такие как рентгеноскопия, МРТ, МСКТ и ПДКТ.

## МСКТ

Рентгеновская компьютерная томография – это первая технология визуализации на основе кроссекционных изображений, которую стали использовать в 1980-е годы для выполнения чрескожных вмешательств в тех случаях, когда применение УЗИ было ограничено или невозможно [8]. На протяжении многих лет МСКТ являлась золотым стандартом визуализации и навигации при проведении чрескожной биопсии и чрескожной абляции опухолей легких, почек и костей, однако в последнее время роль ее значительно снизилась в связи с широким внедрением ангиографических установок с функцией ПДКТ-визуализации и ПДКТ-навигации. Преимуществами МСКТ по сравнению с другими методами рентгеновской визуализации, доступными в 1990-е годы (рентгенография, рентгеноскопия и ЦСА) были следующими: 1. возможность получения трехмерного массива данных с последующим анализом кроссекционных изображений; 2. возможность надежного контроля продвижения инструментов в одном из срезов либо с помощью выполнения повторных сканирований, либо в режиме МСКТ-рентгеноскопии; 3. отсутствие структур недоступных для визуализации (в отличие от УЗИ и МРТ, где основной проблемой являются ткани содержащие воздух или пар); 4. возможность использования внутривенного контрастирования (например, для планирования процедуры и оценки непосредственного ответа на лечение во время абляции). Однако, МСКТ имеет и ряд серьезных ограничений, не позволивших данной методике получить широкое распространение в рентгеноперационных, среди которых главными являются следующие: 1. невозможность использования МСКТ как самостоятельного метода при проведении эндоваскулярных вмешательств; 2. закрытый контур гентри с затрудненным доступом к пациенту; 3. невозможность трёхмерной визуализации в режиме реального времени; 4. невозможность трёхмерной навигации в режиме реального времени; 5. сложность таргетирования при наличии двойных косых углов атаки; 6. сложность таргетирования целевых очагов при углах атаки превышающих 30° (что необходимо, например, при выполнении биопсии надпочечников или абляции опухолей печени, расположенных под куполом диафрагмы); 7. высокая цена оборудования; 8. высокая стоимость эксплуатации; 9. сложность размещения оборудования в рентгеноперационной; 10. дополнительная лучевая нагрузка на врача и пациента при проведении вмешательств.

Так как в большинстве медицинских центров (как в России, так и за рубежом) оборудование для МСКТ приобретается исключительно с целью выполнения диагностических исследований и устанавливается не в рентгенопера-

ционных, а в отделениях лучевой диагностики, возникает ряд серьезных проблем, осложняющих использование МСКТ в интервенционной онкологии: 1. низкая доступность аппаратуры для сотрудников отделений рентгенохирургии; 2. вынужденное проведение вмешательств в нестерильных условиях; 3. сложность организации анестезиологического пособия; 4. сложность обработки оборудования после вмешательств; 5. несогласованная работа персонала двух отделений.

Тем не менее, сегодня существует возможность, позволяющая полноценно использовать МСКТ в интервенционной онкологии и заключающаяся в установке в рентгеноперационной гибридной аппаратуры, состоящей из ангиографической установки с функцией ПДКТ и синхронизированной с ней МСКТ-системы. Такие высокотехнологичные гибридные системы обладают возможностью не только выполнять два вида компьютерной томографии и использовать все виды навигации, но и осуществлять 4D-сканирование (например, 4D-ангиографию печени), что, безусловно открывает новые перспективы как для диагностики, так и для лечения различных опухолей [13, 14]. Однако, существенным недостатком данных систем является очень высокая цена оборудования и стоимость эксплуатации, в связи с чем их установка может быть оправданной только в медицинских центрах экспертного (третьего) уровня.

## МРТ

МРТ, как технология визуализации и навигации имеет ряд уникальных преимуществ перед другими модальностями: 1. отсутствие ионизирующего излучения; 2. лучшее контрастное разрешение мягких тканей по сравнению с МСКТ (например, для метастазов в печени); 3. возможность использования МР-термометрии при проведении абляции для контроля температуры тканей; 4. возможность использования режима визуализации близкого к режиму флюороскопии во время таргетирования; 5. возможность функциональной оценки жизнеспособности тканей (например, с помощью диффузионно-взвешенных изображений). В то же время существенными недостатками МРТ являются: 1. закрытый контур гентри; 2. очень узкая и протяженная апертура; 3. длительное время сбора информации; 4. относительно низкое пространственное разрешение; 5. высокая чувствительность методики к движению во время сканирования; 6. плохая визуализация структур, содержащих воздух; 7. высокая цена; 8. необходимость использования только специального МР-совместимого оборудования; 9. необходимость использования только специальных МР-совместимых рентгенохирургических инструментов и расходных материалов; 10. невозможность лечения пациентов с железосодержащими металлоконструкциями или кардиостимуляторами; 11. невозможность сочетания процедуры с эндоваскулярными вмешательствами. Все эти ограничения не позволяют широко использовать

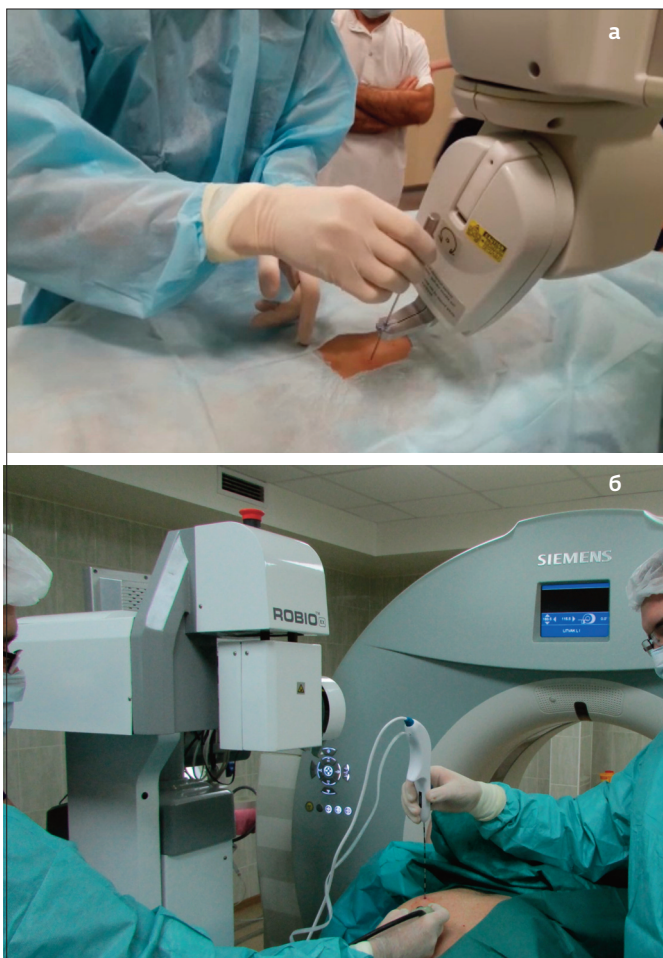
МРТ в рутинной практике интервенционной онкологии и в настоящее время ее применение ограничивается лишь вмешательствами на головном мозге, молочных железах и предстательной железе в узкоспециализированных отделениях [8].

Тем не менее, данные полученные при МРТ-исследовании (также, как и при МСКТ, ПЭТ-КТ и ПДКТ) могут с успехом использоваться во время проведения интервенционных вмешательств в тех случаях, когда доступно применение различных режимов слияния изображений (например, наложение данных МРТ на данные УЗИ или ПДКТ). Это позволяет в значительной мере использовать преимущества МРТ-визуализации непосредственно в рентгеноперационной, избегая при этом ее недостатков, а также экономя пространство помещений и ресурсы здравоохранения.

## Роботизированные системы наведения

Как уже было отмечено ранее, недостатками МСКТ являются, в первую очередь, отсутствие трехмерной навигации в режиме реального времени при таргетировании целевых очагов, сложность проведения инструментов под двойными косыми углами атаки, а также высокая дополнительная лучевая нагрузка на персонал и пациента во время выполнения вмешательств. Для решения этих проблем были предложены различные системы роботизированного наведения инструментов или стереотаксические роботы [15, 16]. Суть этих устройств состоит в том, что сразу после выполнения МСКТ (МРТ или ПДКТ для некоторых роботов) трехмерный массив полученных данных передается на планировочную станцию роботизированной установки, где с помощью специального программного обеспечения в трехмерном виртуальном пространстве отмечается целевая точка внутри пациента и точка входа иглы или аппликатора на коже. После этого рука-манипулятор автоматически устанавливается в соответствующее положение в реальном пространстве. Введение иглы или аппликатора в пациента осуществляется, как правило, врачом (рис. 2 А), хотя были предложены также роботизированные системы, выполняющие это автоматически. На сегодняшний момент существуют разнообразные технические решения и конструкции роботов каждая из которых имеет как свои преимущества, так и свои недостатки [15, 16]. Самые сложные из них (правда пока только в лабораторных экспериментах) способны отслеживать движения пациента во время дыхательного цикла, выполнять автоматический расчет положения целевого очага и производить автоматическое введение необходимого инструмента в фазу наименьшей подвижности органа [17]. Однако большинство из описанных в литературе систем являются прототипами, а сами исследования были выполнены только на фантомах. До коммерческой реализации в настоящее время дошли роботизированные системы двух





**Рис. 2 (а, б).** Этапы проведения пункционных вмешательств с использованием роботизированных систем наведения (стереотаксических роботов). А. Введение направляющей иглы с целью последующей установки кризонда для проведения криоабляции опухоли кости с использованием системы MAXIO (Perfint Healthcare, Индия) в ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова» МЗ РФ. Б. Проведение радиочастотной абляции опухоли печени после установки аппликатора с использованием системы ROBIO EX (Perfint Healthcare, Индия) под контролем МСКТ.

производителей: роботизированные системы ROBIO EX и MAXIO, производства компании Perfint Healthcare (Индия) (рис. 2 Б) и система iSYS разработанная компанией iSYS Medizintechnik GmbH (Австрия) [18–20]. Второе поколение робота компании Perfint Healthcare система MAXIO предназначена для работы совместно с МСКТ, имеет 5 степеней свободы и позволяет проводить как биопсию опухолей различных локализаций, так и устанавливать аппликаторы для проведения различных видов энергетической абляции диаметром от 11 до 22 Г. Плюсами системы являются: 1. отсутствие лучевой нагрузки на персонал на этапе таргетирования; 2. значительное снижение лучевой нагрузки на пациента (за счет уменьшения числа повторных сканирований); 3. доступность для клинического использования в России; 4. возможность планирования траектории таргетирования сразу для пяти аппликаторов с автоматическим расчетом размеров зоны абляции; 5. простота использования;

6. быстрое обучение персонала. К недостаткам системы можно отнести следующие: 1. точность установки аппликаторов в целевую зону напрямую зависит от неподвижности пациента в течение длительного времени; 2. невозможность отслеживания иглы в процессе таргетирования; 3. невозможность коррекции положения иглы при неточном попадании (требуется повторный цикл таргетирования); 4. невозможность использования робота в рентгенооперационной совместно с ангиографической установкой; 5. необходимость использования одноразовых направляющих втулок.

Значительно более перспективной для использования в интервенционной онкологии представляется роботизированная установка iSYS (iSYS Medizintechnik GmbH, Австрия) [20]. Данная система имеет очень компактные размеры и фиксируется непосредственно к операционному столу, что делает ее более удобной для практического применения. Использование данного робота в комбинации с МСКТ имеет те же самые недостатки, что и для систем ROBIO EX и MAXIO. Однако, принципиальным отличием iSYS является то, что он может использоваться в комбинации с ангиографической установкой, оснащенной ПДКТ с лазерным наведением и возможностью навигации в режиме дополненной рентгеноскопии. Использование данного робота в рентгенооперационной позволяет значительно снизить лучевую нагрузку как на персонал, так и на пациента во время установки иглы в целевую зону. При этом наведение роботизированной установки на цель и отслеживание положения иглы в режиме реального времени осуществляется с помощью возможностей ПДКТ-визуализации и ПДКТ-навигации.

## Механические системы наведения и лазерная подсветка

Механические системы, получившие широкое клиническое применение (например, SeeStar компании AprioMed (Швеция) или Simplify производства NeoRad AS (Норвегия)) представляют собой четырехлопастные пластмассовые одноразовые устройства, прикрепляющиеся к коже пациента [21–23]. В центре устройства содержится направляющая канюля для введения иглы или аппликатора соответствующего диаметра. Система работает по принципу удаленного центра движения, то есть изменение углов атаки происходит путем изменения положения дистальной части направляющей. При этом положение точки вкола остается неизменным. После выбора необходимого угла направляющая фиксируется зажимом, создавая и поддерживая таким образом траекторию атаки по которой в дальнейшем оператор продвигается игла. Данные одноразовые устройства разрабатывались для МСКТ-навигации, однако в настоящее время перспективным направлением применения представляется также их использование в сочетании с технологиями ПДКТ (рис. 3) [21–23].

Лазерная подсветка является вспомогательной техноло-



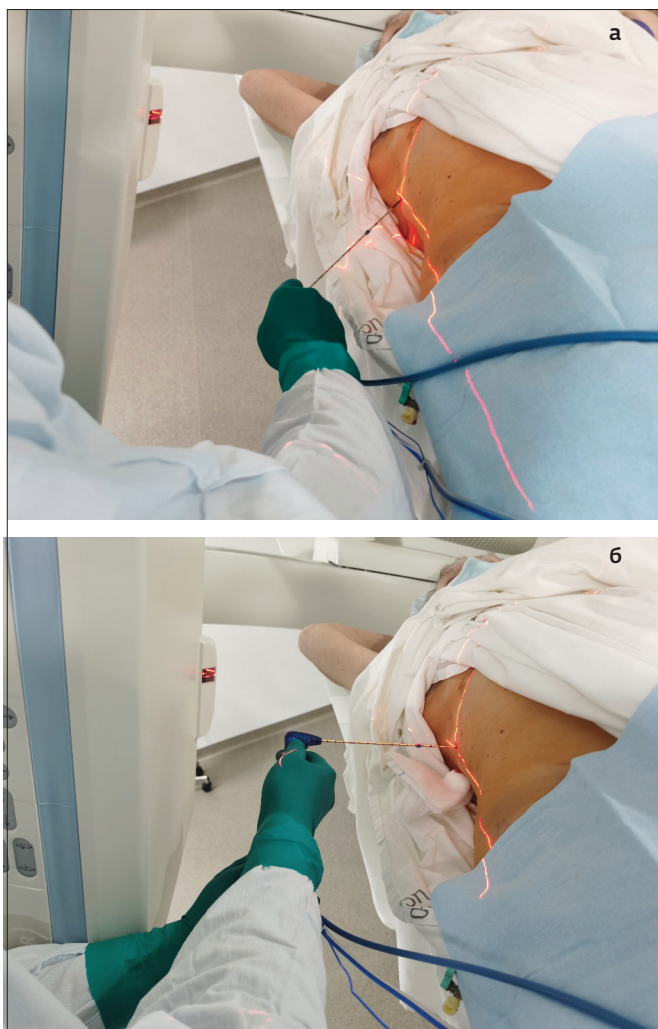


**Рис. 3.** Оценка точности позиционирования механической системы наведения SeeStar (AprioMed, Швеция), используемой в комбинации с ПДКТ-навигацией на ангиографическом комплексе Artis Zee Floor (Siemens, Германия) в рентгеноперационной ОРХМДил. Первым этапом выполняется ПДКТ, после чего на рабочей станции ангиографа строится траектория таргетирования. После этого С-дуга устанавливается в прямую проекцию атаки (положение «вид сверху»). Система SeeStar приклеивается к коже лепестками в месте вкола и разворачивается таким образом, чтобы ее направляющая металлическая канюля приобрела вид «о», то есть стала видна «на просвет». Угол атаки SeeStar фиксируется специальным зажимом, а С-дуга переводится в боковую проекцию. Дальнейшее продвижение иглы (аппликатора) до целевой точки контролируется в режиме реального времени на флюороскопическом мониторе (отражено на фотографии). Использование SeeStar в сочетании с ПДКТ позволяет обеспечить более точное позиционирование игл (аппликаторов), снизить лучевую нагрузку на пациента, а также избежать облучения рук рентгенохирурга.

гией, позволяющей точно отслеживать продвижение иглы по траектории атаки без использования рентгеновской визуализации. Принципиально можно выделить два типа лазеров. Первые устанавливаются на ангиографические установки с опцией ПДКТ и являются вспомогательным инструментом ПДКТ-навигации. В данном случае лазеры расположены непосредственно на плоском детекторе, что дает возможность «подсвечивать» вводимый инструмент одновременно в прямой и двух боковых взаимно перпендикулярных проекциях (рис. 4). Использование данного оборудования позволяет значительно снизить лучевую нагрузку на руки оператора при проведении чрескожных процедур. Интересной представляется также аппаратура для внешней лазерной подсветки SimpliCT, разработанная компанией NeoRad AS (Норвегия). Изначально система была создана для работы в тандеме с МСКТ, но в настоящее время она может также использоваться при проведении интервенционно-радиологических вмешательств под ПДКТ-контролем [23].

## Системы электромагнитного и оптического слежения

Системы электромагнитного [24–26] и оптического [27, 28] слежения представляют собой высокотехнологичные установки, которые позволяют отслеживать реальное положение иглы или аппликатора в теле пациента путем



**Рис. 4 (а, б).** Введение антенны для микроволновой абляции в опухоль печени под контролем ПДКТ с использованием штатной лазерной подсветки ангиографического комплекса Artis Zee Floor (Siemens, Германия). А. После выполнения ПДКТ-артериогастроэнтерографии и определения безопасной траектории таргетирования С-дуга ангиографической установки устанавливается в положение «вид сверху» после чего автоматически включается лазерная подсветка. Б. При правильном расположении аппликатора, согласно запланированной траектории таргетирования, визуализируется лазерная подсветка на всем протяжении shaft антенны для микроволновой абляции в двух взаимно-перпендикулярных проекциях. Использование лазерной подсветки позволяет без включения рентгенографии точно провести аппликатор в тело пациента на заранее определенную глубину.

его визуализации в виртуальном пространстве навигационной системы. Принцип работы электромагнитных систем слежения заключается в создании искусственного электромагнитного поля с помощью специального генератора, а положение инструментов или УЗИ-датчиков внутри этого поля определяется путём установки на них специальных фидуциарных маркеров, представляющих собой небольшие электромагнитные антенны. Недостатком этих систем является высокая зависимость от состояния магнитного поля вокруг пациента (например,

их нельзя использовать совместно с МРТ), а также относительно небольшое допустимое расстояние от генератора поля до фидуциарных маркеров, что значительно затрудняет работу. Альтернативным представляется использование установок оптического слежения, например, системы SIRIO компании Masmec Biomed (Италия), которые могут использоваться как с МСКТ-сканерами, так и с ангиографическими установками, оснащенными опцией ПДКТ (рис. 5). Принцип работы этих систем осно-



**Рис. 5.** Система оптического слежения SIRIO (Masmec Biomed, Италия) и различные виды шарообразных светоотражающих фидуциарных маркеров, использующихся для определения положения тела пациента и положения устанавливаемых аппликаторов. Система работает как в сочетании с МСКТ, так и в сочетании с ПДКТ-навигацией ангиографических комплексов. При этом введение иглы (аппликатора) может осуществляться без использования рентгеновской визуализации, что значительно снижает общую лучевую нагрузку на пациента и персонал. При проведении вмешательства на кожу фиксируется датчик пациента и наклеиваются дополнительные маркеры положения тела. После этого выполняется сканирование и информация передается на рабочую станцию где производится построение траектории таргетирования. Далее, используя датчик иглы, осуществляется регистрация иглы в виртуальном пространстве после чего она может быть установлена в целевой очаг. Поскольку продвижение иглы (аппликатора) осуществляется в виртуальном режиме, после достижения целевого очага необходимо выполнить контрольное сканирование для того, чтобы убедиться в точности таргетирования.

ван на использовании инфракрасного света и инфракрасных камер, а в качестве фидуциарных маркеров используются шарообразные светоотражающие элементы. Преимуществом данных систем является то, что они могут отслеживать дыхание пациента и его движение в пространстве, благодаря дополнительным светоотражающим наклейкам, наносимым на тело. Недостатком оптической навигации считается необходимость постоянного прямого визуального доступа видеокамер ко всем фидуциарным маркерам, чего не всегда удается добиться во время вмешательства. Основным недостатком всех систем слежения является то, что они отражают только виртуальное, а не реальное положение игл и аппликаторов (которые расцениваются системой как жесткие конструкции) в виртуальном, а не реальном пространстве. Поэтому отклонение иглы за счет ее искривления во время пункции не будет фиксироваться системой в связи с чем возможны серьезные ошибки. Таким

образом, наиболее перспективным представляется использование этих систем в сочетании с «реальными» технологиями визуализации, например – сочетание электромагнитной навигации с ультразвуковой визуализацией и технологиями слияния изображений. Системы электромагнитного и оптического слежения могут работать также совместно с МСКТ (а оптические и с МРТ), но наиболее эффективным может оказаться их использование в рентгеноперационных в тандеме с ангиографическими установками, оснащенными ПДКТ и технологиями дополненной рентгеноскопии [29, 30]. Особый интерес представляют системы оптического слежения, интегрированные в плоские детекторы ангиографических комплексов, что дает возможность повысить точность вмешательств существенно сократив при этом лучевую нагрузку и общее время процедуры. Можно предположить, что по мере дальнейшего развития интервенционной онкологии роль интегрированных в ПДКТ систем виртуального слежения при проведении сложных минимально-инвазивных вмешательств будет неуклонно возрастать.

## Технологии слияния изображений

Технологии слияния изображений все больше входят в практику как диагностической (ПЭТ-КТ, ОФЭКТ-КТ), так и интервенционной радиологии. Основная задача fusion-технологий – использовать преимущества каждой из модальностей (а также фаз контрастирования или этапов процедуры) для качественной визуализации, нивелируя при этом недостатки других модальностей [31]. По своему принципу методы слияния изображений, используемые в интервенционной онкологии, следует разделять на две большие группы. Первую составляют технологии слияния изображений, полученные с использованием одной и той же модальности, но с разными фазами контрастирования или на разных этапах интервенционного вмешательства. Показательным примером может быть слияние двух ПДКТ-массивов данных один из которых несет информацию о положении метастаза колоректального рака в печени (например, после выполнения ПДКТ в капиллярную фазу инфузионной артерио-гепатикографии), а второй содержит данные о положении антенны для микроволновой абляции внутри печени (ПДКТ-сканирование выполнено без введения контрастных препаратов сразу после установки антенны). Слияние двух массивов данных на рабочей станции позволяет получить информацию о положении антенны относительно опухоли без дополнительного контрастирования. Аналогичный пример можно привести и для использования УЗИ-навигации во время микроволновой абляции, когда изображение зоны абляции, полученное путем внутривенного контрастирования, накладывается на визуализацию опухоли до процедуры с целью оценки адекватности края абляции и, соответственно, определения технической эффективности процедуры. Ко второй группе относится слияние изображений, по-

лученных с использованием разных модальностей. В данном случае точность слияния находится в прямой зависимости от времени, прошедшего между двумя исследованиями и соблюдением одного и того же положения тела пациента, а также фазы вдоха-выдоха при проведении обоих исследований [32]. Наиболее точное слияние изображений, например, при объединении данных МСКТ и УЗИ при проведении абляции опухолей печени (с точностью до 2 мм) возможно только в том случае, если исследования (МСКТ и УЗИ) следуют сразу друг за другом, а пациент находится на одном столе на искусственной вентиляции легких с остановкой дыхания во время сканирования в одну и ту же фазу [32]. Такая методика показала высокую эффективность при проведении абляции опухолей печени плохо визуализируемых при УЗИ в рентгенооперационных не оснащенных ангиографическим комплексом с возможностью выполнения ПДКТ [33].

## Многофункциональные ангиографические комплексы

Ангиографический комплекс (ангиографическая установка) является основной системой визуализации, используемой в отделениях рентгенохирургии с начала 1980-х годов. На протяжении многих лет его главной задачей было обеспечение проведения различных эндоваскулярных вмешательств с использованием рентгенографии, рентгеноскопии и ЦСА. Ангиографические комплексы также применялись для проведения ряда чрескожных процедур (таких как нефростомия или чрескожное чреспеченочное холангиодренирование), но только в тех случаях, где было достаточно использовать планарные (2D) рентгеноскопические изображения. Проведение же биопсии, абляции и других вмешательств, требующих получения и анализа кроссекционных данных, было прерогативой других модальностей, таких как УЗИ, МСКТ или МРТ. Революционные изменения, произошедшие в данном направлении в начале 2000-х годов, были обусловлены появлением технологии ПДКТ, которая возникла благодаря созданию плоских цифровых детекторов в сочетании с совершенствованием методики конусно-лучевой компьютерной томографии [3]. Внедрение ПДКТ дало возможность получать не только плоскостные изображения, но и трехмерные массивы данных с возможностью их кроссекционного анализа и последующего использования для ПДКТ-навигации. Появление ПДКТ, встроенной непосредственно в ангиографический комплекс (рис. 1), позволило проводить практически все виды чрескожных вмешательств (чрескожную биопсию, абляцию, дренирование, нейтролизис и т.д.) непосредственно в рентгенооперационной в трехмерном пространстве и в режиме реального времени [34-37]. Благодаря этому ангиографические установки с функцией ПДКТ (ангиографические комплексы) в настоящее время значительно снизили потребность в использовании дополнительного тяжелого оборудования, такого

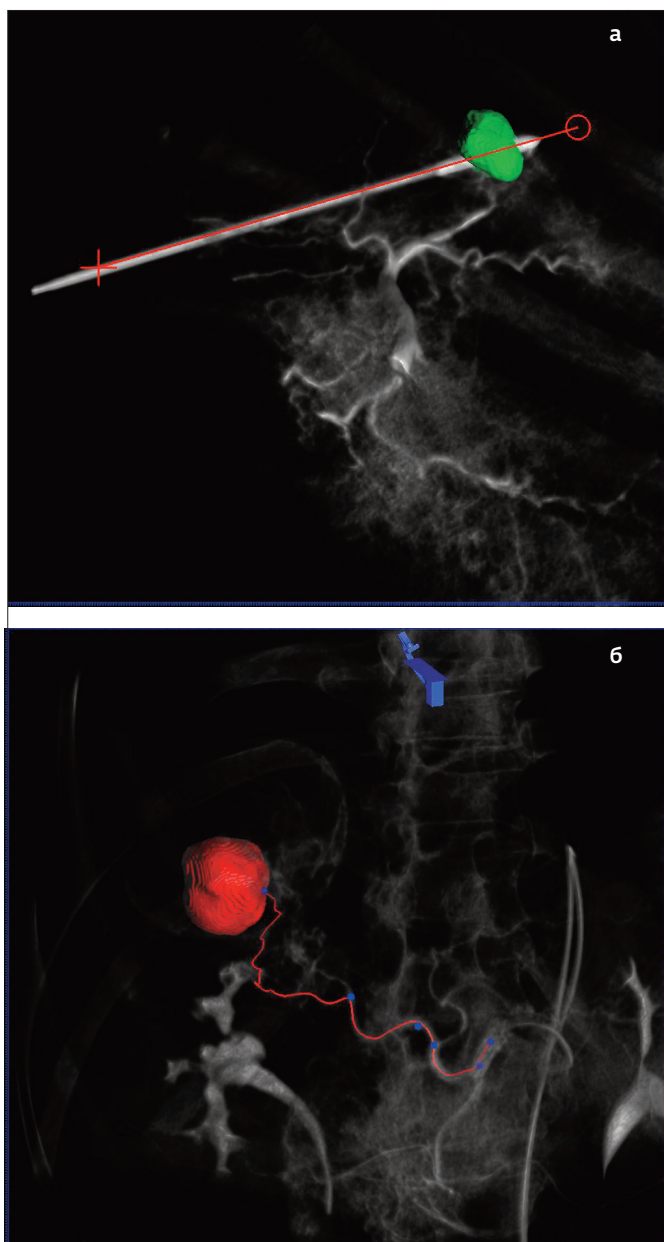
как МСКТ и МРТ. Более того, внедрение в интервенционную онкологию ангиографических систем с возможностью ПДКТ открыло путь для разработки новых высокотехнологичных методов диагностики и лечения злокачественных опухолей, проведение которых без использования подобной техники ранее было практически невозможно [4, 38].

Технологии ПДКТ обладают рядом существенных преимуществ, в сравнении с возможностями МСКТ и МРТ. Основными из этих преимуществ являются следующие: 1. доступность для использования непосредственно в рентгенооперационной; 2. значительно более высокое пространственное разрешение; 3. высокая скорость сканирования; 4. открытый контур гентри; 5. возможность создания двойных косых траекторий атаки с углами до 50°; 6. полная интеграция с режимами рентгеноскопии, рентгенографии и ЦСА; 7. единственная технология с возможностью проведения 3D-навигации в режиме реального времени; 8. встроенная система лазерного наведения; 9. относительная простота конструкции и относительно низкая стоимость оборудования; 10. возможность интеграции с другими модальностями, такими как УЗИ, системы электромагнитного и оптического слежения, роботизированные системы наведения, а также использование функции слияния изображений с данными МРТ, МСКТ, ПЭТ-КТ и ПДКТ [39, 40]; 10. лучевая нагрузка ниже, чем при МСКТ (при сканировании сопоставимой области). Недостатками ПДКТ на сегодняшний момент являются: 1. более низкое, чем у МСКТ и МРТ контрастное разрешение; 2. ограниченное поле обзора; 3. высокая чувствительность к движению пациента во время сканирования; 4. воздействие ионизирующего излучения; 5. необходимость проведения многократных сканирований в процессе выполнения процедуры.

Очень важным является тот факт, что использование ПДКТ-навигации, как было показано в многочисленных клинических исследованиях, оказалось значительно более точным и безопасным по сравнению с МСКТ-навигацией, как при выполнении биопсии [41-45], так и при осуществлении чрескожной энергетической абляции опухолей различных локализаций [46-48] (рис. 6 А). Проведенные клинические исследования показали, что использование ПДКТ на диагностическом этапе вмешательства приводит к некоторому увеличению облучения пациента и персонала, однако этот недостаток компенсируется за счет снижения лучевой нагрузки и повышения качества процедуры на этапе лечения [46-48].

Внедрение ПДКТ в практику интервенционной онкологии полностью изменило парадигму проведения не только чрескожных, но и эндоваскулярных рентгенохирургических вмешательств (например, ТАХЭ), которые тоже стали выполняться в трехмерном стереотаксическом пространстве ангиографической установки. В частности, уже сегодня возможно не только выполнять 3D-ангиографию, но и осуществлять сегментацию опухолей и выполнять полуавтоматический поиск питающих их артерий с последующей передачей трехмерной «дорожной





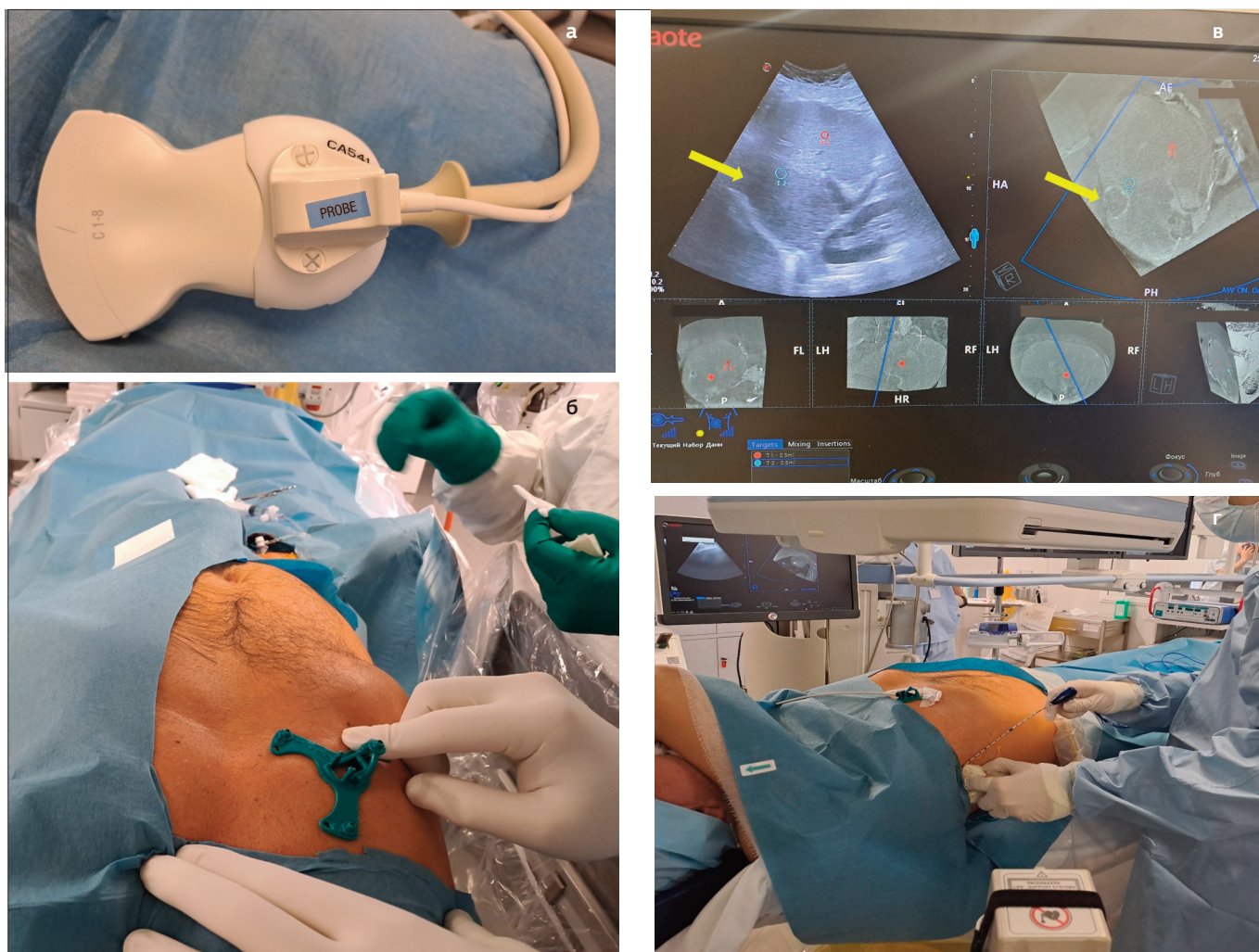
**Рис. 6 (а, б).** Возможности ПДКТ-визуализации и ПДКТ-навигации для проведения чрескожных и эндоваскулярных интервенционно-радиологических вмешательств. А. Сегментация солитарного узла гепатоцеллюлярного рака (стадия BCLC 0) с последующим построением траектории чрескожной установки антенны для микроволновой абляции. Трёхмерное изображение опухоли и траектория таргетирования передаются на рентгеноскопические мониторы в рентгенооперационной, где они визуализируются в режиме реального времени при включении рентгеноскопии (режим дополненной рентгеноскопии). В представленной реконструкции антенна для микроволновой абляции установлена в опухолевой узел, однако требуется ее дополнительное продвижение в соответствии с запланированной траекторией. Б. Сегментация солитарного узла гепатоцеллюлярного рака (стадия BCLC A) с последующим построением эндоваскулярной траектории проведения микрокатетера в питающие опухоль сосуды для выполнения суперселективной химиоэмболизации. Как и в предыдущем случае трёхмерное изображение опухоли и траектория таргетирования передаются на рентгеноскопические мониторы в рентгенооперационной для использования в режиме дополненной рентгеноскопии.

карты» на рентгеноскопические мониторы в рентгеноперационной (режим дополненной рентгеноскопии) для выполнения суперселективной ТАХЭ (рис. 6 Б) [49, 50]. Это, в свою очередь, приводит к более эффективной химиоэмболизации опухолей и, как следствие, – к улучшению выживаемости пациентов, страдающих гепатоцеллюлярным раком [51]. В связи с этим в настоящее время обсуждается вопрос о необходимости включения различных режимов ПДКТ-артериогепатикографии в стандарт лечения ГЦР [52]. Более того, недавно было показано, что внутриапериальное контрастирование в виде двухфазной ПДКТ-артериогепатикографии является более чувствительным методом диагностики узлов ГЦР диаметром менее 30 мм, чем использование МСКТ и МРТ с внутривенным контрастированием [53]. Ранее также сообщалось о возможности улучшения результатов диагностики гиповаскулярных метастазов в печени диаметром менее 10 мм (от 3 до 9 мм) по сравнению с многофазной МСКТ путем использования ПДКТ-артериогепатикографии в капиллярную фазу контрастирования [54, 55]. Таким образом, можно говорить о том, что использование ПДКТ приводит к существенному улучшению результатов локорегионарного лечения онкологических больных, а также к расширению возможностей рентгенохирургии для ранней диагностики и стадирования ряда злокачественных новообразований [4, 56].

## Перспективы дальнейшего развития

По всей видимости, технологии визуализации и навигации в интервенционной онкологии продолжают свое дальнейшее успешное развитие на базе многофункциональных ангиографических комплексов, оснащенных плоскими детекторами. Значительная часть недостатков ПДКТ будет устранена уже в ближайшем будущем. В частности, создание плоских детекторов нового поколения (в том числе двухслойных, с возможностью проведения двухэнергетического сканирования) позволит принципиальным образом увеличить контрастное разрешение и динамический диапазон ПДКТ, а также существенно снизить лучевую нагрузку [3]. Увеличение поля обзора во время сканирования уже сегодня возможно с использованием новых роботизированных ангиографических комплексов с «разорванной» траекторией сканирования, позволяющей «сшивать» отдельные массивы ПДКТ-данных как по оси z, так и по осям x и y. В качестве примера можно привести роботизированную ангиографическую установку Artis Pheno (Siemens, Германия), существенно отличающуюся по своему конструктиву и возможностям от установки Artis Zee Floor (Siemens, Германия) по следующим параметрам: 1. роботизированная (на базе промышленного робота KR QUANTEC, компании KUKA Robot, Германия) С-дуга имеет шесть осей вращения для более точного позиционирования; 2. очень быстрый поворот С-дуги во время сканирования (90°/сек) дает возможность выполнять ПДКТ в течение 3 сек; 3. увеличенное до 130 см расстояние между лучевой трубкой и плос-





**Рис. 7 (а-г).** Этапы проведения микроволновой абляции метастаза колоректального рака в печени (невидимого при УЗИ) в ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова» МЗ РФ в режиме слияния изображений (ПДКТ/УЗИ-fusion) с использованием ультразвукового сканера Esaote MyLab 9 eXP (Италия) с активным трекером положения тела пациента omniTRAX (Civco). А. Ультразвуковой конвексный датчик с установленной на него системой электромагнитного слежения; Б. Активный трекер (локализационное устройство) устанавливается на тело пациента в области сканирования, что позволяет не только осуществлять высокоточное слияние изображений ПДКТ/УЗИ в автоматическом режиме, но и отслеживать положение тела пациента, в частности его движения в процессе дыхания; В. Слияние изображений полученных в капиллярную фазу ПДКТ-артериогастроэнтерографии и УЗИ позволяют визуализировать метастаз в печени невидимый с использованием ультразвуковой визуализации (желтые стрелки) на рабочих мониторах ультразвукового сканера; Г. Конфигурация оборудования перед началом таргетирования. Обратите внимание на положение локализационного устройства (трекера) на теле пациента и расположение генератора электромагнитного поля слева от оператора. Отдельный фидуциальный маркер может быть установлен также на антенну для микроволновой абляции с целью ее виртуальной визуализации в массиве ПДКТ-данных в режиме реального времени.

ким детектором, существенно облегчает доступ к пациенту; 4. возможность сканирования с полным вращением С-дуги на 360° позволяет обследовать сразу всю брюшную полость пациента (получение массива данных в виде цилиндра диаметром 32,0 см и длиной 23,5 см); 5. возможность выполнения ПДКТ любой части тела при любом положении пациента; 6. наличие гибкого изоглоба.

С дальнейшим развитием технологий робототехника также будет играть все большую и большую роль при проведении различных вмешательств, способствуя повышению их точности и, соответственно, улучшая непосредственные и отдаленные результаты лечения. Одним из перспективных направлений является интеграция в

рентгеноперационную чувствительного робота легкой конструкции LBR iiwa (KUKA Robot, Германия) для использования в процессе наведения игл и аппликаторов [57]. LBR iiwa является первым серийно-выпускаемым чувствительным роботом, который может сотрудничать с человеком, то есть не заменять человека, а дополнять его. Предполагается, что третий роботизированный механизм также будет управлять положением ангиографического стола, существенно облегчая работу медицинского персонала и ускоряя рабочий процесс [57]. Проблемы синхронизации по дыханию, по всей видимости, будут решаться с использованием систем электромагнитного и/или оптического слежения. Этими же системами, интегрированными в ультразвуковые сканеры

экспертного класса, будет снижаться лучевая нагрузка на пациента и персонал в процессе проведения чрескожных вмешательств. В качестве примера можно привести тандемное использование в рентгенооперационной ПДКТ и ультразвукового сканера Esaote MyLab 9 eXP (Италия), имеющего активный электромагнитный трекер omniTRAX (Civco) для контроля дыхания и положения тела пациента. Ранее было показано, что технология слияния ПДКТ-изображений (полученных при внутривенном контрастировании) с УЗИ-навигацией в сочетании с алгоритмами электромагнитного слежения, может с успехом использоваться как для проведения чрескожной абляции опухолей печени (не визуализируемых при УЗИ, но определяемых в портальную фазу ПДКТ с внутривенным контрастированием) [11], так и для абляции опухолей почек [58]. Проведенные исследования свидетельствуют о высокой точности автоматического слияния изображений с использованием трекера omniTRAX (Civco), а также о технической осуществимости этих процедур на практике [11, 58]. Наш небольшой опыт также показывает, что такое сочетание оборудования может оказаться высокоэффективным для абляции оккультных метастазов в печени диаметром до 3 мм (не определяемых с помощью МРТ, МСКТ и ПДКТ с внутривенным контрастированием), визуализация которых возможна только в капиллярную фазу ПДКТ-артериогастроэнтерографии [14] (рис. 7).

## Заключение

В настоящее время существует большое разнообразие визуализационных и навигационных технологий которые с успехом могут использоваться для проведения диагностических и лечебных вмешательств в области

интервенционной онкологии. При оснащении рентгенооперационных многопрофильных онкологических стационаров аппаратурой целесообразно стремиться к тому, чтобы устанавливаемое «тяжелое» и переносное оборудование не дублировало отдельные функции друг друга, но работало в тандеме на основе кроссекционных изображений и fusion-технологий, усиливающих сильные и нивелирующих слабые стороны каждой из модальностей. Устанавливаемое оборудование (в идеале) должно обеспечивать потенцирующий эффект с положительной обратной связью, когда комбинация технологических решений ведет к улучшению результатов лечения, а это, в свою очередь, способствует дальнейшему развитию соответствующих модальностей и программных пакетов.

С учетом всего вышеописанного основой системой для визуализации и навигации в интервенционной онкологии остается многофункциональный, желателен роботизированный, ангиографический комплекс с возможностью проведения ПДКТ-визуализации и ПДКТ-навигации и оснащенный интегрированной в него системой лазерной подсветки. Обязательно в оснащение рентгенооперационной должен входить интервенционно-радиологический УЗИ-сканер, синхронизированный с ангиографической установкой и имеющий систему электромагнитного слежения для ультразвукового датчика (для слияния изображений) и систему электромагнитного слежения для игл и аппликаторов. Очень полезным компонентом может быть также мобильная система роботизированного наведения, в значительной степени повышающая точность таргетирования (по сравнению с установкой игл и аппликаторов «свободной рукой») и снижающая лучевую нагрузку на руки оператора и пациента.

### Литература:

1. Балахнин П.В. Рентгенохирургические методы лечения неотложных состояний в онкологии. Практическая онкология. 2015; 16(4): 140-156.
2. Балахнин П.В., Шмелев А.С., Шачинов Е.Г. Роль хирургических технологий в лечении вирус-ассоциированных опухолей на примере гепатоцеллюлярного рака. Практическая онкология. 2018; 19(4): 348-377.
3. Балахнин П.В., Багненко С.С., Беляев А.М. Плоскодетекторная компьютерная томография в интервенционной радиологии: Предпосылки появления и история создания. Медицина высоких технологий. 2024; 2(1): 12-34.
4. Балахнин П.В., Беляев А.М., Багненко С.С., Буровик И.А., Шмелев А.С. Технологии плоскодетекторной компьютерной томографии в интервенционной онкологии: Диагностика, стадирование и лечение гепатоцеллюлярного рака. Медицина высоких технологий. 2023; 1(1): 6-25.
5. Chehab M.A., Brinjikji W., Copelan A., Venkatesan A.M. Navigational Tools for Interventional Radiology and Interventional Oncology Applications. Semin Intervent Radiol. 2015; 32(4): 416-27. doi: 10.1055/s-0035-1564705.

### References:

1. Balakhnin P.V. Interventional radiology in the treatment of oncologic emergencies. Prakticheskaya onkologiya. 2015; 16(4): 140-156 [In Russ].
2. Balakhnin P.V., Shmelev A.S., Shachinov E.G. The role of surgical technologies in the treatment of virus-associated tumors on the example of hepatocellular carcinoma. Prakticheskaya onkologiya. 2018; 19(4): 348-377 [In Russ].
3. Balakhnin P.V., Bagnenko S.S., Belyaev A.M. Flat-detector computed tomography in interventional radiology: Background and history of creation. High-tech medicine. 2024; 2(1): 12-34 [In Russ].
4. Balakhnin P.V., Belyaev A.M., Bagnenko S.S., Burovik I.A., Shmelev A.S. Flat-detector computed tomography technologies in interventional oncology: Diagnosis, staging and treatment of hepatocellular carcinoma. High-tech medicine. 2023; 1(1): 6-25 [In Russ].
5. Chehab M.A., Brinjikji W., Copelan A., Venkatesan A.M. Navigational Tools for Interventional Radiology and Interventional Oncology Applications. Semin Intervent Radiol. 2015; 32(4): 416-27. doi: 10.1055/s-0035-1564705.
6. Arnolli M.M., Hanumara N.C., Franken M., Brouwer D.M., Broeders

6. Arnolli M.M., Hanumara N.C., Franken M., Brouwer D.M., Broeders I.A. An overview of systems for CT- and MRI-guided percutaneous needle placement in the thorax and abdomen. *Int J Med Robot.* 2015; 11(4): 458-75. doi: 10.1002/rcs.1630.
7. Rajagopal M., Venkatesan A.M. Image fusion and navigation platforms for percutaneous image-guided interventions. *Abdom Radiol (NY).* 2016; 41(4): 620-8. doi: 10.1007/s00261-016-0645-7.
8. Solomon S.B., Silverman S.G. Imaging in interventional oncology. *Radiology.* 2010; 257 (3): 624-40. doi: 10.1148/radiol.10081490.
9. Балахнин П.В., Шмелев А.С., Шачинов Е.Г. Чрескожная энергетическая абляция опухолей: Принципы, технологии, результаты. *Практическая онкология.* 2016; 17(3): 129-153.
10. Xu H.X., Lu M.D., Liu L.N., Guo L.H. Magnetic navigation in ultrasound-guided interventional radiology procedures. *Clin Radiol.* 2012; 67(5): 447-54. doi: 10.1016/j.crad.2011.10.015.
11. Monfardini L., Orsi F., Caserta R., Sallemi C., Vigna P.D., Bonomo G., Varano G., Solbiati L., Mauri G. Ultrasound and cone beam CT fusion for liver ablation: Technical note. *Int J Hyperthermia.* 2018; 35(1): 500-504. doi: 10.1080/02656736.2018.1509237.
12. Kang T.W., Lee M.W., Cha D.I., Park H.J., Park J.S., Bang W.C., Kim S.W. Usefulness of Virtual Expiratory CT Images to Compensate for Respiratory Liver Motion in Ultrasound/CT Image Fusion: A Prospective Study in Patients with Focal Hepatic Lesions. *Korean J Radiol.* 2019; 20(2): 225-235. doi: 10.3348/kjr.2018.0320.
13. Tanaka T., Arai Y., Inaba Y., Inoue M., Nishiofuku H., Anai H., Hori S., Sakaguchi H., Kichikawa K. Current role of hybrid CT/angiography system compared with C-arm cone beam CT for interventional oncology. *Br J Radiol.* 2014; 87(1041): 20140126. doi: 10.1259/bjr.20140126.
14. Балахнин П.В., Шмелев А.С., Шачинов Е.Г., Цикоридзе М.Ю., Поздняков А.В., Мацко Д.Е., Моисеенко В.М. Природа и перфузионная динамика перитуморального кольцевого контрастирования мелких (5-9 мм) и очень мелких (< 5 мм) гиповаскулярных метастазов в печени: Анализ данных динамической КТ-артериогастроэнтеропатикографии. *Практическая онкология.* 2017; 18(51): 58-78.
15. Kettenbach J., Kronreif G. Robotic systems for percutaneous needle-guided interventions. *Minim Invasive Ther Allied Technol.* 2015; 24(1): 45-53. doi: 10.3109/13645706.2014.977299.
16. Kassamali R.H., Ladak B. The role of robotics in interventional radiology: Current status. *Quant Imaging Med Surg.* 2015; 5(3): 340-3. doi: 10.3978/j.issn.2223-4292.2015.03.15.
17. Zhou Y., Thiruvalluvan K., Krzeminski L., Moore W.H., Xu Z., Liang Z. CT-guided robotic needle biopsy of lung nodules with respiratory motion - experimental system and preliminary test. *Int J Med Robot.* 2013; 9(3): 317-30. doi: 10.1002/rcs.1441.
18. Abdullah B.J., Yeong C.H., Goh K.L., Yoong B.K., Ho G.F., Yim C.C., Kulkarni A. Robot-assisted radiofrequency ablation of primary and secondary liver tumours: Early experience. *Eur Radiol.* 2014; 24(1): 79-85. doi: 10.1007/s00330-013-2979-7.
19. Koethe Y., Xu S., Velusamy G., Wood B.J., Venkatesan A.M. Accuracy and efficacy of percutaneous biopsy and ablation using robotic assistance under computed tomography guidance: A phantom study. *Eur Radiol.* 2014; 24(3): 723-30. doi: 10.1007/s00330-013-3056-y.
20. Groetz S., Wilhelm K., Willinek W., Pieper C., Schild H., Thomas D. A new robotic assistance system for percutaneous CT-guided I.A. An overview of systems for CT- and MRI-guided percutaneous needle placement in the thorax and abdomen. *Int J Med Robot.* 2015; 11(4): 458-75. doi: 10.1002/rcs.1630.
7. Rajagopal M., Venkatesan A.M. Image fusion and navigation platforms for percutaneous image-guided interventions. *Abdom Radiol (NY).* 2016; 41(4): 620-8. doi: 10.1007/s00261-016-0645-7.
8. Solomon S.B., Silverman S.G. Imaging in interventional oncology. *Radiology.* 2010; 257 (3): 624-40. doi: 10.1148/radiol.10081490.
9. Balakhnin P.V., Shmelev A.S., Shachinov E.G. Percutaneous energy-based tumor ablation: Principles, technologies, results. *Prakticheskaya onkologiya.* 2016; 17(3): 129-153 [In Russ].
10. Xu H.X., Lu M.D., Liu L.N., Guo L.H. Magnetic navigation in ultrasound-guided interventional radiology procedures. *Clin Radiol.* 2012; 67(5): 447-54. doi: 10.1016/j.crad.2011.10.015.
11. Monfardini L., Orsi F., Caserta R., Sallemi C., Vigna P.D., Bonomo G., Varano G., Solbiati L., Mauri G. Ultrasound and cone beam CT fusion for liver ablation: Technical note. *Int J Hyperthermia.* 2018; 35(1): 500-504. doi: 10.1080/02656736.2018.1509237.
12. Kang T.W., Lee M.W., Cha D.I., Park H.J., Park J.S., Bang W.C., Kim S.W. Usefulness of Virtual Expiratory CT Images to Compensate for Respiratory Liver Motion in Ultrasound/CT Image Fusion: A Prospective Study in Patients with Focal Hepatic Lesions. *Korean J Radiol.* 2019; 20(2): 225-235. doi: 10.3348/kjr.2018.0320.
13. Tanaka T., Arai Y., Inaba Y., Inoue M., Nishiofuku H., Anai H., Hori S., Sakaguchi H., Kichikawa K. Current role of hybrid CT/angiography system compared with C-arm cone beam CT for interventional oncology. *Br J Radiol.* 2014; 87(1041): 20140126. doi: 10.1259/bjr.20140126.
14. Balakhnin P.V., Shmelev A.S., Shachinov E.G., Tsikoridze M.J., Pozdnyakov A.V., Matsko D.E., Moiseyenko V.M. Nature and perfusion dynamics of peritumoral ring enhancement of small (5-9 mm) and very small (<5 mm) hypovascular liver metastases: Dynamic CT during hepatic arteriography data analysis. *Prakticheskaya onkologiya.* 2017; 18(51): 58-78 [In Russ].
15. Kettenbach J., Kronreif G. Robotic systems for percutaneous needle-guided interventions. *Minim Invasive Ther Allied Technol.* 2015; 24(1): 45-53. doi: 10.3109/13645706.2014.977299.
16. Kassamali R.H., Ladak B. The role of robotics in interventional radiology: Current status. *Quant Imaging Med Surg.* 2015; 5(3): 340-3. doi: 10.3978/j.issn.2223-4292.2015.03.15.
17. Zhou Y., Thiruvalluvan K., Krzeminski L., Moore W.H., Xu Z., Liang Z. CT-guided robotic needle biopsy of lung nodules with respiratory motion - experimental system and preliminary test. *Int J Med Robot.* 2013; 9(3): 317-30. doi: 10.1002/rcs.1441.
18. Abdullah B.J., Yeong C.H., Goh K.L., Yoong B.K., Ho G.F., Yim C.C., Kulkarni A. Robot-assisted radiofrequency ablation of primary and secondary liver tumours: Early experience. *Eur Radiol.* 2014; 24(1): 79-85. doi: 10.1007/s00330-013-2979-7.
19. Koethe Y., Xu S., Velusamy G., Wood B.J., Venkatesan A.M. Accuracy and efficacy of percutaneous biopsy and ablation using robotic assistance under computed tomography guidance: A phantom study. *Eur Radiol.* 2014; 24(3): 723-30. doi: 10.1007/s00330-013-3056-y.
20. Groetz S., Wilhelm K., Willinek W., Pieper C., Schild H., Thomas D. A new robotic assistance system for percutaneous CT-guided punctures: Initial experience. *Minim Invasive Ther Allied Technol.* 2016; 25(2): 79-85. doi: 10.3109/13645706.2015.1110825.



- punctures: Initial experience. *Minim Invasive Ther Allied Technol.* 2016; 25(2): 79-85. doi: 10.1019/13645706.2015.1110825.
21. Roberts C.C., Morrison W.B., Deely D.M., Zoga A.C., Koulouris G., Winalski C.S. Use of a novel percutaneous biopsy localization device: Initial musculoskeletal experience. *Skeletal Radiol.* 2007; 36(1): 53-7. doi: 10.1007/s00256-006-0182-5.
22. Kroeze S.G., Huisman M., Verkooijen H.M., van Diest P.J., Ruud Bosch J.L., van den Bosch M.A. Real-time 3D fluoroscopy-guided large core needle biopsy of renal masses: A critical early evaluation according to the IDEAL recommendations. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2012; 35(3): 680-5. doi: 10.1007/s00270-011-0237-4.
23. Kroes M.W., Busser W.M., Fütterer J.J., Arntz M.J., Janssen C.M., Hoogeveen Y.L., de Lange F., Kool L.J.S. Assessment of needle guidance devices for their potential to reduce fluoroscopy time and operator hand dose during C-arm cone-beam computed tomography-guided needle interventions. *J Vasc Interv Radiol.* 2013; 24(6): 901-6. doi: 10.1016/j.jvir.2013.02.037.
24. Nagel M., Hoheisel M., Bill U., Klingenbeck-Regn K., Kalender W.A., Petzold R. Electromagnetic tracking system for minimal invasive interventions using a C-arm system with CT option: First clinical results. *Proc. SPIE 6918, Medical Imaging 2008: Visualization, Image-Guided Procedures, and Modeling*, 69180G (24 March 2008); doi: 10.1117/12.769408.
25. Appelbaum L., Sosna J., Nissenbaum Y., Benshtein A., Goldberg S.N. Electromagnetic navigation system for CT-guided biopsy of small lesions. *AJR Am J Roentgenol.* 2011; 196(5): 1194-200. doi: 10.2214/AJR.10.5151.
26. Kickuth R., Reichling C., Bley T., Hahn D., Ritter C. C-Arm Cone-Beam CT Combined with a New Electromagnetic Navigation System for Guidance of Percutaneous Needle Biopsies: Initial Clinical Experience. *Rofo.* 2015; 187(7): 569-76. doi: 10.1055/s-0034-1399313.
27. Caparelli C., Carpino G., Brunetti G., Larizza P., Guglielmelli E. A preliminary health technology assessment of a guidance system for interventional radiology. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc.* 2015; 2015: 450-3. doi: 10.1109/EMBC.2015.7318396.
28. Giannatiempo S., Carpino G., Petitti T., Zobel B.B., Grasso R.F., Guglielmelli E. Efficacy and economic impact evaluation of a navigation system for assisted lung biopsy. *Healthc Technol Lett.* 2018; 5(2): 49-53. doi: 10.1049/htl.2017.0015.
29. Kroes M.W., van Strijen M.J., Braak S.J., Hoogeveen Y.L., de Lange F., Kool L.J.S. The Use of Laser Guidance Reduces Fluoroscopy Time for C-Arm Cone-Beam Computed Tomography-Guided Biopsies. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2016; 39(9): 1322-6. doi: 10.1007/s00270-016-1345-y.
30. Abi-Jaoudeh N., Kruecker J., Kadoury S., Kobeiter H., Venkatesan A.M., Levy E., Wood B.J. Multimodality image fusion-guided procedures: Technique, accuracy, and applications. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2012; 35(5): 986-98. doi: 10.1007/s00270-012-0446-5.
31. Carriero S., Pepa G.D., Monfardini L., Vitale R., Rossi D., Masperi A., Mauri G. Role of Fusion Imaging in Image-Guided Thermal Ablations. *Diagnostics (Basel).* 2021; 11(3): 549. doi: 10.3390/diagnostics11030549.
32. Hakime A., Deschamps F., Carvalho E.G.M., Teriitehau C., Auperin A., De Baere T. Clinical evaluation of spatial accuracy of a fusion imaging technique combining previously acquired computed tomography and real-time ultrasound for imaging of liver metas-
21. Roberts C.C., Morrison W.B., Deely D.M., Zoga A.C., Koulouris G., Winalski C.S. Use of a novel percutaneous biopsy localization device: Initial musculoskeletal experience. *Skeletal Radiol.* 2007; 36(1): 53-7. doi: 10.1007/s00256-006-0182-5.
22. Kroeze S.G., Huisman M., Verkooijen H.M., van Diest P.J., Ruud Bosch J.L., van den Bosch M.A. Real-time 3D fluoroscopy-guided large core needle biopsy of renal masses: A critical early evaluation according to the IDEAL recommendations. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2012; 35(3): 680-5. doi: 10.1007/s00270-011-0237-4.
23. Kroes M.W., Busser W.M., Fütterer J.J., Arntz M.J., Janssen C.M., Hoogeveen Y.L., de Lange F., Kool L.J.S. Assessment of needle guidance devices for their potential to reduce fluoroscopy time and operator hand dose during C-arm cone-beam computed tomography-guided needle interventions. *J Vasc Interv Radiol.* 2013; 24(6): 901-6. doi: 10.1016/j.jvir.2013.02.037.
24. Nagel M., Hoheisel M., Bill U., Klingenbeck-Regn K., Kalender W.A., Petzold R. Electromagnetic tracking system for minimal invasive interventions using a C-arm system with CT option: First clinical results. *Proc. SPIE 6918, Medical Imaging 2008: Visualization, Image-Guided Procedures, and Modeling*, 69180G (24 March 2008); doi: 10.1117/12.769408.
25. Appelbaum L., Sosna J., Nissenbaum Y., Benshtein A., Goldberg S.N. Electromagnetic navigation system for CT-guided biopsy of small lesions. *AJR Am J Roentgenol.* 2011; 196(5): 1194-200. doi: 10.2214/AJR.10.5151.
26. Kickuth R., Reichling C., Bley T., Hahn D., Ritter C. C-Arm Cone-Beam CT Combined with a New Electromagnetic Navigation System for Guidance of Percutaneous Needle Biopsies: Initial Clinical Experience. *Rofo.* 2015; 187(7): 569-76. doi: 10.1055/s-0034-1399313.
27. Caparelli C., Carpino G., Brunetti G., Larizza P., Guglielmelli E. A preliminary health technology assessment of a guidance system for interventional radiology. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc.* 2015; 2015: 450-3. doi: 10.1109/EMBC.2015.7318396.
28. Giannatiempo S., Carpino G., Petitti T., Zobel B.B., Grasso R.F., Guglielmelli E. Efficacy and economic impact evaluation of a navigation system for assisted lung biopsy. *Healthc Technol Lett.* 2018; 5(2): 49-53. doi: 10.1049/htl.2017.0015.
29. Kroes M.W., van Strijen M.J., Braak S.J., Hoogeveen Y.L., de Lange F., Kool L.J.S. The Use of Laser Guidance Reduces Fluoroscopy Time for C-Arm Cone-Beam Computed Tomography-Guided Biopsies. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2016; 39(9): 1322-6. doi: 10.1007/s00270-016-1345-y.
30. Abi-Jaoudeh N., Kruecker J., Kadoury S., Kobeiter H., Venkatesan A.M., Levy E., Wood B.J. Multimodality image fusion-guided procedures: Technique, accuracy, and applications. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2012; 35(5): 986-98. doi: 10.1007/s00270-012-0446-5.
31. Carriero S., Pepa G.D., Monfardini L., Vitale R., Rossi D., Masperi A., Mauri G. Role of Fusion Imaging in Image-Guided Thermal Ablations. *Diagnostics (Basel).* 2021; 11(3): 549. doi: 10.3390/diagnostics11030549.
32. Hakime A., Deschamps F., Carvalho E.G.M., Teriitehau C., Auperin A., De Baere T. Clinical evaluation of spatial accuracy of a fusion imaging technique combining previously acquired computed tomography and real-time ultrasound for imaging of liver metas-



- imaging technique combining previously acquired computed tomography and real-time ultrasound for imaging of liver metastases. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2011; 34(2): 338-44. doi: 10.1007/s00270-010-9979-7.
33. Hakime A., Yevich S., Tselikas L., Deschamps F., Petrover D., De Baere T. Percutaneous Thermal Ablation with Ultrasound Guidance. Fusion Imaging Guidance to Improve Conspicuity of Liver Metastasis. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2017; 40(5): 721-727. doi: 10.1007/s00270-016-1561-5.
  34. Kalender W.A., Kyriakou Y. Flat-detector computed tomography (FD-CT). *Eur Radiol.* 2007; 17(11): 2767-79. doi: 10.1007/s00330-007-0651-9.
  35. Wallace M.J., Kuo M.D., Glaiberman C., Binkert C.A., Orth R.C., Soulez G.; Technology Assessment Committee of the Society of Interventional Radiology. Three-dimensional C-arm cone-beam CT: Applications in the interventional suite. *J Vasc Interv Radiol.* 2008; 19(6): 799-813. doi: 10.1016/j.jvir.2008.02.018.
  36. Gupta R., Cheung A.C., Bartling S.H., Lissauskas J., Grasruck M., Leidecker C., Schmidt B., Flohr T., Brady T.J. Flat-panel volume CT: Fundamental principles, technology, and applications. *Radiographics.* 2008; 28(7): 2009-22. doi: 10.1148/rq.287085004.
  37. Floridi C., Radaelli A., Abi-Jaoudeh N., Grass M., Lin M., Chiaradia M., Geschwind J.F., Kobeiter H., Squillaci E., Maleux G., Giovagnoni A., Brunese L., Wood B., Carrafiello G., Rotondo A. C-arm cone-beam computed tomography in interventional oncology: Technical aspects and clinical applications. *Radiol Med.* 2014; 119(7): 521-32. doi: 10.1007/s11547-014-0429-5.
  38. Балахнин П.В., Шачинов Е.Г., Шмелев А.С., Мелдо А.А., Цикоридзе М.Ю., Черниковский И.Л., Егоренков В.В., Моисеенко В.М. Внутриаптериальное контрастирование для визуализации, навигации, мониторинга и оценки ответа на лечение при проведении чрескожной криоабляции гиповаскулярных метастазов в печени. *Практическая онкология.* 2018; 19(1): 69-92.
  39. Tovar-Arriaga S., Tita R., Pedraza-Ortega J.C., Gorrostieta E., Kalender W.A. Development of a robotic FD-CT-guided navigation system for needle placement-preliminary accuracy tests. *Int J Med Robot.* 2011; 7(2): 225-36. doi: 10.1002/rcs.393.
  40. Ritter M., Rassweiler M.C., Häcker A., Michel M.S. Laser-guided percutaneous kidney access with the Uro Dyna-CT: First experience of three-dimensional puncture planning with an ex vivo model. *World J Urol.* 2013; 31(5): 1147-51. doi: 10.1007/s00345-012-0847-8.
  41. Braak S.J., van Strijen M.J., van Leersum M., van Es H.W., van Heesewijk J.P. Real-Time 3D fluoroscopy guidance during needle interventions: Technique, accuracy, and feasibility. *AJR Am J Roentgenol.* 2010; 194(5): W445-51. doi: 10.2214/AJR.09.3647.
  42. Jiao D., Xie N., Wu G., Ren J., Han X. C-arm cone-beam computed tomography with stereotactic needle guidance for percutaneous adrenal biopsy: Initial experience. *Acta Radiol.* 2017; 58(5): 617-624. doi: 10.1177/0284185116661882.
  43. Choo J.Y., Park C.M., Lee N.K., Lee S.M., Lee H.J., Goo J.M. Percutaneous transthoracic needle biopsy of small ( $\leq 1$  cm) lung nodules under C-arm cone-beam CT virtual navigation guidance. *Eur Radiol.* 2013; 23(3): 712-9. doi: 10.1007/s00330-012-2644-6.
  44. Busser W.M., Braak S.J., Fütterer J.J., van Strijen M.J., Hoogeveen Y.L., de Lange F., Kool L.J.S. Cone beam CT guidance provides superior accuracy for complex needle paths compared with CT guidance. *Br J Radiol.* 2013; 86(1030): 20130310. doi: 10.1007/s00270-010-9979-7.
  45. Hakime A., Yevich S., Tselikas L., Deschamps F., Petrover D., De Baere T. Percutaneous Thermal Ablation with Ultrasound Guidance. Fusion Imaging Guidance to Improve Conspicuity of Liver Metastasis. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2017; 40(5): 721-727. doi: 10.1007/s00270-016-1561-5.
  46. Kalender W.A., Kyriakou Y. Flat-detector computed tomography (FD-CT). *Eur Radiol.* 2007; 17(11): 2767-79. doi: 10.1007/s00330-007-0651-9.
  47. Wallace M.J., Kuo M.D., Glaiberman C., Binkert C.A., Orth R.C., Soulez G.; Technology Assessment Committee of the Society of Interventional Radiology. Three-dimensional C-arm cone-beam CT: Applications in the interventional suite. *J Vasc Interv Radiol.* 2008; 19(6): 799-813. doi: 10.1016/j.jvir.2008.02.018.
  48. Gupta R., Cheung A.C., Bartling S.H., Lissauskas J., Grasruck M., Leidecker C., Schmidt B., Flohr T., Brady T.J. Flat-panel volume CT: Fundamental principles, technology, and applications. *Radiographics.* 2008; 28(7): 2009-22. doi: 10.1148/rq.287085004.
  49. Floridi C., Radaelli A., Abi-Jaoudeh N., Grass M., Lin M., Chiaradia M., Geschwind J.F., Kobeiter H., Squillaci E., Maleux G., Giovagnoni A., Brunese L., Wood B., Carrafiello G., Rotondo A. C-arm cone-beam computed tomography in interventional oncology: Technical aspects and clinical applications. *Radiol Med.* 2014; 119(7): 521-32. doi: 10.1007/s11547-014-0429-5.
  50. Balakhnin P.V., Shachinov E.G., Shmelev A.S., Meldo A.A., Tsikoridze M.J., Chernikovskiy I.L., Egorenkov V.V. Intra-arterial contrast material injection for visualization, navigation, monitoring and assessment of treatment response during percutaneous cryoablation of hypovascular liver metastases. *Prakticheskaya onkologiya.* 2018; 19(1): 69-92 [In Russ].
  51. Tovar-Arriaga S., Tita R., Pedraza-Ortega J.C., Gorrostieta E., Kalender W.A. Development of a robotic FD-CT-guided navigation system for needle placement-preliminary accuracy tests. *Int J Med Robot.* 2011; 7(2): 225-36. doi: 10.1002/rcs.393.
  52. Ritter M., Rassweiler M.C., Häcker A., Michel M.S. Laser-guided percutaneous kidney access with the Uro Dyna-CT: First experience of three-dimensional puncture planning with an ex vivo model. *World J Urol.* 2013; 31(5): 1147-51. doi: 10.1007/s00345-012-0847-8.
  53. Braak S.J., van Strijen M.J., van Leersum M., van Es H.W., van Heesewijk J.P. Real-Time 3D fluoroscopy guidance during needle interventions: Technique, accuracy, and feasibility. *AJR Am J Roentgenol.* 2010; 194(5): W445-51. doi: 10.2214/AJR.09.3647.
  54. Jiao D., Xie N., Wu G., Ren J., Han X. C-arm cone-beam computed tomography with stereotactic needle guidance for percutaneous adrenal biopsy: Initial experience. *Acta Radiol.* 2017; 58(5): 617-624. doi: 10.1177/0284185116661882.
  55. Choo J.Y., Park C.M., Lee N.K., Lee S.M., Lee H.J., Goo J.M. Percutaneous transthoracic needle biopsy of small ( $\leq 1$  cm) lung nodules under C-arm cone-beam CT virtual navigation guidance. *Eur Radiol.* 2013; 23(3): 712-9. doi: 10.1007/s00330-012-2644-6.
  56. Busser W.M., Braak S.J., Fütterer J.J., van Strijen M.J., Hoogeveen Y.L., de Lange F., Kool L.J.S. Cone beam CT guidance provides superior accuracy for complex needle paths compared with CT guidance. *Br J Radiol.* 2013; 86(1030): 20130310. doi: 10.1007/s00270-010-9979-7.

- perior accuracy for complex needle paths compared with CT guidance. *Br J Radiol.* 2013; 86(1030): 20130310. doi: 10.1259/bjr.20130310.
45. Tselikas L., Joskin J., Roquet F., Farouil G., Dreuil S., Hakimé A., Teritehau C., Auperin A., de Baere T., Deschamps F. Percutaneous bone biopsies: Comparison between flat-panel cone-beam CT and CT-scan guidance. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2015; 38(1): 167-76. doi: 10.1007/s00270-014-0870-9.
46. Morimoto M., Numata K., Kondo M., Nozaki A., Hamaguchi S., Takebayashi S., Tanaka K. C-arm cone beam CT for hepatic tumor ablation under real-time 3D imaging. *AJR Am J Roentgenol.* 2010; 194(5): W452-4. doi: 10.2214/AJR.09.3514.
47. Cazzato R.L., Battistuzzi J.B., Catena V., Grasso R.F., Zobel B.B., Schena E., Buy X., Palussiere J. Cone-Beam Computed Tomography (CBCT) Versus CT in Lung Ablation Procedure: Which is Faster? *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2015; 38(5): 1231-6. doi: 10.1007/s00270-015-1078-3.
48. Abi-Jaoudeh N., Venkatesan A.M., Van der Sterren W., Radaelli A., Carelsen B., Wood B.J. Clinical experience with cone-beam CT navigation for tumor ablation. *J Vasc Interv Radiol.* 2015; 26(2): 214-9. doi: 10.1016/j.jvir.2014.10.049.
49. Deschamps F., Solomon S.B., Thornton R.H., Rao P., Hakime A., Kuoch V., de Baere T. Computed analysis of three-dimensional cone-beam computed tomography angiography for determination of tumor-feeding vessels during chemoembolization of liver tumor: A pilot study. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2010; 33(6): 1235-42. doi: 10.1007/s00270-010-9846-6.
50. Durack J.C., Brown K.T., Avignon G., Brody L.A., Sofocleous C.T., Erinjeri J.P., Solomon S.B. Assessment of automated cone-beam CT vessel identification software during transarterial hepatic embolisation: Radiation dose, contrast medium volume, processing time, and operator perspectives compared to digital subtraction angiography. *Clin Radiol.* 2018; 73(12): 1057.e1-1057.e6. doi: 10.1016/j.crad.2018.08.005.
51. Kim H.C. Role of C-arm cone-beam CT in chemoembolization for hepatocellular carcinoma. *Korean J Radiol.* 2015; 16(1): 114-24. doi: 10.3348/kjr.2015.16.1.114.
52. Tacher V., Radaelli A., Lin M., Geschwind J.F. How I do it: Cone-beam CT during transarterial chemoembolization for liver cancer. *Radiology.* 2015; 274(2): 320-34. doi: 10.1148/radiol.14131925.
53. Wang X., Yarmohammadi H., Cao G., Ji X., Hu J., Yarmohammadi H., Chen H., Zhu X., Yang R., Solomon S.B. Dual phase cone-beam computed tomography in detecting <3 cm hepatocellular carcinomas during transarterial chemoembolization. *J Cancer Res Ther.* 2017; 13(1): 38-43. doi: 10.4103/0973-1482.206242.
54. Балахнин П.В., Манихас Г.М., Ханевич М.Д., Аносов Н.А., Фридман М.Х., Антимоник Н.Ю., Зорина Е.Ю., Фадеев Р.В., Юсифов С.А. Предварительные результаты применения плоскодетекторной компьютерной томографии на С-дуге на фоне капиллярной фазы артериогепатикографии (ПДКТ-АГ) для диагностики метастазов колоректального рака в печень. *Диагностическая и интервенционная радиология.* 2010; 4(4): 19-29.
55. Балахнин П.В., Поздняков А.В., Рылло А.Г., Шмелев А.С., Козырева К.С. Оптимальный метод контрастирования для диагностики мелких гиповаскулярных метастазов в печени во время МСКТ-артериогепатикографии. *Российский онкологический журнал.* 2013; 16(1): 10-15. doi: 10.1259/bjr.20130310.
45. Tselikas L., Joskin J., Roquet F., Farouil G., Dreuil S., Hakimé A., Teritehau C., Auperin A., de Baere T., Deschamps F. Percutaneous bone biopsies: Comparison between flat-panel cone-beam CT and CT-scan guidance. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2015; 38(1): 167-76. doi: 10.1007/s00270-014-0870-9.
46. Morimoto M., Numata K., Kondo M., Nozaki A., Hamaguchi S., Takebayashi S., Tanaka K. C-arm cone beam CT for hepatic tumor ablation under real-time 3D imaging. *AJR Am J Roentgenol.* 2010; 194(5): W452-4. doi: 10.2214/AJR.09.3514.
47. Cazzato R.L., Battistuzzi J.B., Catena V., Grasso R.F., Zobel B.B., Schena E., Buy X., Palussiere J. Cone-Beam Computed Tomography (CBCT) Versus CT in Lung Ablation Procedure: Which is Faster? *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2015; 38(5): 1231-6. doi: 10.1007/s00270-015-1078-3.
48. Abi-Jaoudeh N., Venkatesan A.M., Van der Sterren W., Radaelli A., Carelsen B., Wood B.J. Clinical experience with cone-beam CT navigation for tumor ablation. *J Vasc Interv Radiol.* 2015; 26(2): 214-9. doi: 10.1016/j.jvir.2014.10.049.
49. Deschamps F., Solomon S.B., Thornton R.H., Rao P., Hakime A., Kuoch V., de Baere T. Computed analysis of three-dimensional cone-beam computed tomography angiography for determination of tumor-feeding vessels during chemoembolization of liver tumor: A pilot study. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2010; 33(6): 1235-42. doi: 10.1007/s00270-010-9846-6.
50. Durack J.C., Brown K.T., Avignon G., Brody L.A., Sofocleous C.T., Erinjeri J.P., Solomon S.B. Assessment of automated cone-beam CT vessel identification software during transarterial hepatic embolisation: Radiation dose, contrast medium volume, processing time, and operator perspectives compared to digital subtraction angiography. *Clin Radiol.* 2018; 73(12): 1057.e1-1057.e6. doi: 10.1016/j.crad.2018.08.005.
51. Kim H.C. Role of C-arm cone-beam CT in chemoembolization for hepatocellular carcinoma. *Korean J Radiol.* 2015; 16(1): 114-24. doi: 10.3348/kjr.2015.16.1.114.
52. Tacher V., Radaelli A., Lin M., Geschwind J.F. How I do it: Cone-beam CT during transarterial chemoembolization for liver cancer. *Radiology.* 2015; 274(2): 320-34. doi: 10.1148/radiol.14131925.
53. Wang X., Yarmohammadi H., Cao G., Ji X., Hu J., Yarmohammadi H., Chen H., Zhu X., Yang R., Solomon S.B. Dual phase cone-beam computed tomography in detecting <3 cm hepatocellular carcinomas during transarterial chemoembolization. *J Cancer Res Ther.* 2017; 13(1): 38-43. doi: 10.4103/0973-1482.206242.
54. Balakhnin P.V., Manikhas G.M., Khanevich M.D., Anosov N.A., Fridman M.H., Antimonik N. Ju., Zorina E.Ju., Fadeev R.V., Jusifiv S.A. Preliminary results of flat-detector computed tomography using C-arm systems during capillary phase of infusion hepatic arteriography (FD-CT-A) in the detection and assessment of colorectal liver metastases. *Diagnosticheskaja i intervencionnaja radiologija.* 2010; 4(4): 19-29 [In Russ].
55. Balakhnin P.V., Pozdnyakov A.V., Rylo A.G., Shmelev A.S., Kozyreva K.S. Optimal contrast study method for diagnoses of small hypovascular liver metastases during MSCT arteriohepaticography. *Russian Journal of Oncology.* 2014; 19(4): 18 [In Russ].
56. Balakhnin P.V., Shmelev A.S., Shachinov E.G., Malkevich V.I., Novikov A.I., Navmatulya A.Yu. Percutaneous angiographically assisted cryoablation of renal cell carcinoma under the control of

- гический журнал. 2014; 19(4): 18.
56. Балахнин П.В., Шмелев А.С., Шачинов Е.Г., Малькевич В.И., Новиков А.И., Навматуля А.Ю. Чрескожная ангиографически-ассистированная криоабляция почечно-клеточного рака под контролем плоскодетекторной компьютерной томографии: Возможности и потенциальные преимущества технологии. Онкологический журнал: лучевая диагностика, лучевая терапия. 2021; 4(4): 56-77.
  57. Kyriakou Y., Struffert T., Dörfler A., Kalender W.A. Basic principles of flat detector computed tomography (FD-CT). Radiologe. 2009; 49(9): 811-9. doi: 10.1007/s00117-009-1860-9 [In German].
  58. Monfardini L., Gennaro N., Orsi F., Vigna P.D., Bonomo G., Varano G., Solbiati L., Mauri G. Real-time US/cone-beam CT fusion imaging for percutaneous ablation of small renal tumours: A technical note. Eur Radiol. 2021; 31(10): 7523-7528. doi: 10.1007/s00330-021-07930-w.
  - flat-detector computed tomography: Capabilities and potential advantages of the technique. Onkologicheskij zhurnal: lucheвая diagnostika, lucheвая terapiya. 2021; 4(4): 56-77.
  57. Kyriakou Y., Struffert T., Dörfler A., Kalender W.A. Basic principles of flat detector computed tomography (FD-CT). Radiologe. 2009; 49(9): 811-9. doi: 10.1007/s00117-009-1860-9 [In German].
  58. Monfardini L., Gennaro N., Orsi F., Vigna P.D., Bonomo G., Varano G., Solbiati L., Mauri G. Real-time US/cone-beam CT fusion imaging for percutaneous ablation of small renal tumours: A technical note. Eur Radiol. 2021; 31(10): 7523-7528. doi: 10.1007/s00330-021-07930-w.

**Конфликт интересов.** Авторы статьи подтверждают отсутствие конфликта интересов, о котором необходимо сообщить.

**Коды ГРНТИ:**

76.29.49 онкология

76.29.62 рентгенология и медицинская радиология

76.29.39 хирургия

**Дата поступления:** 28.05.2024

**Подписана в печать:** 25.06.2024

# ВЕДЕНИЕ ПАЦИЕНТОВ ПРИ ТРАВМЕ ПЕЧЕНИ (КРАТКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

# MANAGEMENT OF PATIENTS WITH LIVER INJURY (A BRIEF REVIEW OF THE LITERATURE)

**Икрамов Р.З., Чжао А.В.**

Клиника Европейский Медицинский Центр (ЕМС),  
Москва, Российская Федерация  
г. Москва, ул. Щепкина, д. 35,  
телефон: +7 (499) 490-93-90

Сведения об авторах:

Икрамов Равшан Зиявич –  
д.м.н., ведущий научный сотрудник отделения  
онкологии и хирургических методов лечения НМИЦ  
хирургии им. А.В. Вишневского МЗ РФ, ORCID 0009-  
0004-1834-7149

Чжао Алексей Владимирович –  
д.м.н., профессор; руководитель хирургической клиники  
Европейский Медицинский Центр, профессор кафедры  
неотложной и общей хирургии им. А.С. Ермолова  
ФГБОУ ДПО РМАНПО МЗ РФ, главный научный  
сотрудник отделения торакоабдоминальной  
онкологии МНИОИ им. П.А. Герцена,  
ORCID: 0000-0002-0204-8337

**Ikramov R.Z., Zhao A.V.**

European Medical Center (EMC),  
Moscow, Russian Federation  
35, ul. Schepkina, Moscow,  
phone: +7 (499) 490-93-90

Information about the authors:

Ravshan Ziyaevich Ikramov,  
M.D., Ph.D., Department  
of Oncology and Surgery.  
NMRC of Surgery n.a. A.V.Vishnevski.  
ORCID 0009-0004-1834-7149

Alexey Vladimirovich Zhao,  
M.D., Ph.D., Professor; head  
of the surgical clinic of the European Medical Center;  
Chair of Emergency and General Surgery n.a.  
A.S. Ermolov, RMACPE; Department  
of Thoracoabdominal Oncology of the  
P.A.Herzen Institute of Oncology.  
ORCID: 0000-0002-0204-8337

## Реферат

Печень наиболее часто повреждается при закрытых травмах. Оперативные вмешательства выполняются в 14% случаев закрытых травм. В кратком обзоре внимание уделено вопросам классификации травм печени, а также тактике ведения пострадавших. Консервативная активно-выжидательная тактика у гемодинамически стабильных пациентов, а также взвешенная оперативная стратегия с

## Abstract

The liver is the most often damaged organ in blunt abdominal injuries. Surgical interventions are performed in 14% of cases of closed injuries. The brief review focuses on the classification of liver trauma, as well as management of the patients. Conservative active-waiting tactics in hemodynamically stable patients, as well as a rational operational strategy with the inclusion of endovascular hemostasis methods,



включением эндоваскулярных методов гемостаза позволяют снизить летальность и число осложнений. Летальность при неоперативном ведении составляет 0-8%, при открытых достигает 30%-68%.

can reduce mortality and morbidity. Mortality in non-operative management is 0-8%, in open cases it reaches 30%-68%.

#### Ключевые слова:

Травма печени; классификация травм печени; консервативное лечение травм печени; операции при травмах печени; сосудистая изоляция при травмах печени; ангиография при травмах печени.

#### Key words:

Liver injury; classification of liver injuries; conservative treatment of liver injuries; surgery for liver injuries; vascular isolation for liver injuries; angiography for liver injuries; hepatic trauma.

Печень наиболее часто повреждается при закрытых травмах. Оперативные вмешательства выполняются в 14% случаев закрытых травм, в том числе и при начальной консервативной тактике ведения [1-3].

Гемодинамически нестабильные пациенты с закрытой травмой живота должны сразу направляться в операционную, где проводятся лечебно-диагностические мероприятия (интубация, катетеризация центральных вен, УЗИ грудной клетки и брюшной полости; лапароцентез с шарящим катетером; лапаротомия). Стабильным пациентам проводят УЗИ и КТ с внутривенным контрастированием, после чего, в большинстве случаев, проводится

консервативное лечение, или выполняется ангиография. При сочетанной травме, что встречается в 80% случаев, спектр диагностических и лечебных манипуляций расширяется. Наиболее часто повреждаются органы грудной клетки и селезёнка, что влияет на тактику ведения пациентов в зависимости от характера повреждения (дренирование плевральной полости; торакоскопия/торакотомия; лапаротомия). При необходимости выполняются трепанация черепа и фиксация переломов. Все это требует мультидисциплинарного подхода на этапе поступления пациента и выделения и устранения жизнеугрожающего превалирующего повреждения.

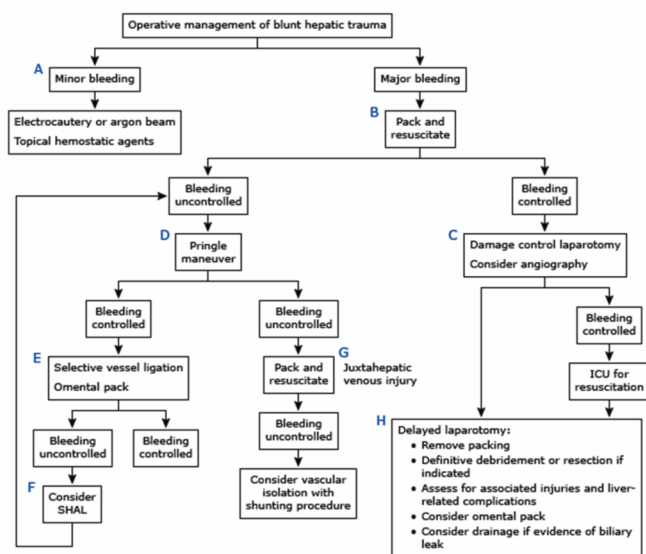
Таблица 1. Классификация степени тяжести повреждения по Моог Е.Е\*.

Степень (тип) повреждения	Вид и характеристика повреждения
I	<ul style="list-style-type: none"> <li>• субкапсулярная гематома, занимающая не более 10% поверхности печени</li> <li>• разрыв капсулы, глубина раны не более 1 см</li> </ul>
II	<ul style="list-style-type: none"> <li>• субкапсулярная гематома, площадью 10-50% поверхности печени</li> <li>• интрапаренхиматозная гематома, диаметром &lt; 10 см</li> <li>• разрыв (рана) печени глубиной 1-3 см, протяжённостью &lt; 10 см</li> </ul>
III	<ul style="list-style-type: none"> <li>• субкапсулярная гематома &gt; 50% поверхности печени</li> <li>• гематома с признаками кровотечения</li> <li>• интрапаренхиматозная гематома диаметром &gt; 10 см</li> <li>• рана печени глубиной более 3 см</li> </ul>
IV	разрушение 25-75% паренхимы одной из долей или 1-3 сегментов
V	<ul style="list-style-type: none"> <li>• разрушение &gt; 75% паренхимы печени в пределах одной доли</li> <li>• разрушение паренхимы &gt; 3 сегментов одной доли</li> <li>• повреждение юкстапеченочных внепеченочных венозных стволов</li> </ul>

\*Moore EE, Cogbill TH, Jurkovich GJ, et al. Organ injury scaling: spleen and liver(1994 revision). J Trauma 1995; 38:323.

При открытых травмах живота, сочетанных и комбинированных травмах варианты повреждения печени и степень её тяжести зависят от характера ранящего предмета (колото-резаные; огнестрельные, минно-взрывные, осколочные), его направления, а также её энергии на момент поражения (близкое расстояние, на излёте, конфигурация и размеры ранящего предмета, калибр и т.п.). Оценка тяжести повреждения печени проводится по классификации см. Таблицу №1 или AAST [4,5]. Алгоритм оперативного лечения закрытых травм печени представлен на схеме №1 [6,7].

**Схема №1. Алгоритм оперативного лечения закрытых травм печени.**



(А) Лёгкая кровопотеря наиболее часто встречается при I и II степени повреждения.

(В) Тяжёлая кровопотеря требует упаковки печени, выполнения ОЦК, коррекции коагулопатии, ацидоза и гипотермии.

(С) Damage control и решение вопроса о необходимости ангиографии.

(D) Наложение сосудистого зажима или турникета на гепатодуоденальную связку.

(Е) Выделение и прошивание или перевязка кровоточащего сосуда и повреждённых желчных протоков с последующей тампонадой прядью большого сальника.

(F) При селективной перевязке печёночной артерии имеется риск некроза печени.

(G) Выживаемость повышается при комбинации упаковки печени с шунтированием (вено-венозный байпас). В большинстве случаев имеется повреждение печёночных вен, дефект в которых необходимо попытаться ушить.

(H) Временные интервалы между повторными лапаротомиями точно не определены, стандартные резекции печени выполняются редко, чаще требуется некрэктомия.

## Ведение пациентов с травмой печени.

1. Гемодинамически стабильные пациенты при отсутствии повреждений других органов брюшной полости, требующих операции (повреждение полых органов) ведутся консервативно. При ухудшении состояния, проявляющемся нарастанием анемии, гипотонией, олигурией, появлением признаков SIRS, показана лапаротомия с ревизией брюшной полости. При повреждении III, IV, V степеней тяжести могут появиться показания к ангиографии с эмболизацией повреждённого сосуда (если выявлена экставазация при КТ с в/в контрастированием).

2. Гемодинамически нестабильные пациенты сразу же направляются в операционную для оперативного выявления и устранения источника кровотечения, в ряде случаев, при травмах печени III, IV, V степеней тяжести в дополнении к открытой операции выполняют ангиографию с эмболизацией поврежденного сосуда. Консервативное ведение возможно у 80% пациентов с эффективностью в 90% случаев [3].

## Противопоказания к консервативному ведению ранения печени:

1. Гемодинамическая нестабильность.
2. Другие показания к лапаротомии (например, перитонит).
3. Огнестрельные и/или минно-взрывные, колото-резаные ранения, если имеются повреждения других органов.
4. Отсутствие возможностей для динамического наблюдения и интервенционных радиологов, обладающих опытом эмболизации висцеральных сосудов.

Эффективность эндоваскулярной эмболизации в специализированных центрах составляет 93%. При этом могут возникать такие осложнения, ассоциированные с эмболизацией, как некроз печени (15%), абсцессы (7,5%), а также подтекание желчи [9].

При неоперативном ведении травмы печени III-IV степени, необходимость эмболизации в связи с повторным кровотечением после 24 часов от момента поступления в стационар возникает в 1-5% случаев, в тоже время частота повторных эмболизаций после оперативного лечения у гемодинамически нестабильных пациентов достигает 12-28% [10].

## Летальность

С введением консервативного лечения гемодинамически стабильных пациентов с травмой печени, а также упаковки печени при лапаротомиях общая летальность снизилась и составляет 0-8% [11]. Летальность после оперативного лечения травм печени тяжёлой степени (III, IV, V) составляет 30-68% [10], а при повреждении печёночных вен (юктагепатические) летальность достигает 77%, при полном отрыве печени (VI по Moore) летальность составляет 100% [12].

## Осложнения

Частота осложнений при лечении травм печени в зависимости от ее тяжести при III, IV и V степени составляет 5%, 22% и 52%, при травмах I и II степени осложнения возникают редко [13]. Наиболее часто встречаются билиарные осложнения: биллома, длительное истечение желчи (0,5–21%) [14–16].

В большинстве случаев осложнения разрешаются минимально инвазивными методами (дренирование брюшной полости под контролем УЗИ, эндоскопическое ретроградное стентирование желчных протоков, лапароскопическая санация и дренирование брюшной полости. Динамический УЗИ контроль и компьютерная томография с контрастированием позволяют своевременно выявить и устранить осложнения. Эндоваскулярные эмболизации и ушивание ран печени часто осложняются некрозом печени различного объема, что требует выполнения некрэктомии и резекции печени в отдаленные сроки от начала лечения [17, 18, 19].

## Заключение

Травма печени возникает при закрытых и открытых травмах брюшной полости, при этом в последнем случае нередко повреждаются прилегающие органы, что может приводить к высокой летальности.

Лечебная тактика при травмах печени зависит от стабильности гемодинамики, данных объективного обследования, а также степени тяжести и характера повреждения при сочетанных травмах, а также возможности использования эндоваскулярных методов гемостаза.

При стабильном состоянии пациента, отсутствии перитонита и стабильной гемодинамике показана консервативная тактика независимо от степени тяжести повреждения печени (I, II, III, IV, V).

При неэффективности консервативного лечения травм печени (появление нестабильной гемодинамики, нарастание анемии, признаков системного воспалительного ответа, увеличения объема крови в брюшной полости) показано экстренное оперативное лечение, при необходимости дополненное эндоваскулярной эмболизацией.

### Литература:

1. Маскин С.С., Александров В.В., Матюхин В.В., Ермолаева Н.К. Закрытые повреждения печени: алгоритм действий хирурга в условиях травмоцентра I уровня. Политравма / Polytrauma, [S.l.], n. 2, p. 84–91, июнь 2020.
2. Подолужный В.И., Радионов И.А., Пельц В.А., Старцев А.Б., Краснов К.А., Шаталин В.А. Травматические повреждения печени // Политравма / Polytrauma. 2023. № 1, С. 34–38. <http://poly-trauma.ru/index.php/pt/article/view/447> DOI: 10.24412/1819-1495-2023-1-34-3
3. Croce MA, Fabian TC, Menke PG, et al. Nonoperative management of blunt hepatic trauma is the treatment of choice for hemodynamically stable patients. Results of a prospective trial. Ann Surg 1995; 221:744.
4. Moore EE, Cogbill TH, Jurkovich GJ, et al. Organ injury scaling: spleen and liver (1994 revision). J Trauma 1995; 38:323.
5. Kozar, Rosemary A. MD, PhD; Crandall, Marie MD; Shanmuganathan, Kathirkamanthan MD; Zarzaur, Ben L. MD; Coburn, Mike MD; Cribari, Chris MD; Kaups, Krista MD; Schuster, Kevin MD; Tominaga, Gail T. MD. Organ injury scaling 2018 update: Spleen, liver, and kidney. Journal of Trauma and Acute Care Surgery 85(6):p 1119–1122, December 2018. | DOI: 10.1097/TA.0000000000002058
6. Kozar RA, Felciano DV, Moore EE, et al. Western Trauma Association/Critical Decisions in Trauma: Operative management of adult blunt hepatic trauma. J Trauma 2011; 71:1. Copyright © 2011 Lippincott Williams & Wilkins.
7. Letoublon C, Morra I, Chen Y, et al. Hepatic arterial embolization in the management of blunt hepatic trauma: indications and complications. J Trauma 2011; 70:1032.
8. Croce MA, Fabian TC, Menke PG, et al. Nonoperative management of blunt hepatic trauma is the treatment of choice for hemodynamically stable patients. Results of a prospective trial. Ann Surg 1995; 221:744.
9. Green CS, Bulger EM, Kwan SW. Outcomes and complications of

### References:

1. Maskin S.S., Alexandrov V.V., Matyuhin V.V., Ermolaev N.K. Zakrytie povregdeniya pecheni: algoritm deistviya chirurga v usloviyakh travmocentra I urovnya. Politravma, [S.l.], n. 2, p. 84–91, iyun 2020.
2. Podolugnyi V.I., Radionov V.I., Pelts V.A., Startsev A.B., Krasnov K.A., Shatalin V.A. Travmaticheskie povregdeniya pecheni. Politravma. 2023. № 1, С. 34–38. <http://poly-trauma.ru/index.php/pt/article/view/447> DOI: 10.24412/1819-1495-2023-1-34-3
3. Croce MA, Fabian TC, Menke PG, et al. Nonoperative management of blunt hepatic trauma is the treatment of choice for hemodynamically stable patients. Results of a prospective trial. Ann Surg 1995; 221:744.
4. Moore EE, Cogbill TH, Jurkovich GJ, et al. Organ injury scaling: spleen and liver (1994 revision). J Trauma 1995; 38:323.
5. Kozar, Rosemary A. MD, PhD; Crandall, Marie MD; Shanmuganathan, Kathirkamanthan MD; Zarzaur, Ben L. MD; Coburn, Mike MD; Cribari, Chris MD; Kaups, Krista MD; Schuster, Kevin MD; Tominaga, Gail T. MD. Organ injury scaling 2018 update: Spleen, liver, and kidney. Journal of Trauma and Acute Care Surgery 85(6):p 1119–1122, December 2018. | DOI: 10.1097/TA.0000000000002058
6. Kozar RA, Felciano DV, Moore EE, et al. Western Trauma Association/Critical Decisions in Trauma: Operative management of adult blunt hepatic trauma. J Trauma 2011; 71:1. Copyright © 2011 Lippincott Williams & Wilkins.
7. Letoublon C, Morra I, Chen Y, et al. Hepatic arterial embolization in the management of blunt hepatic trauma: indications and complications. J Trauma 2011; 70:1032.
8. Croce MA, Fabian TC, Menke PG, et al. Nonoperative management of blunt hepatic trauma is the treatment of choice for hemodynamically stable patients. Results of a prospective trial. Ann Surg 1995; 221:744.



- angioembolization for hepatic trauma: A systematic review of the literature. *J Trauma Acute Care Surg* 2016; 80:529.
10. Melloul E, Denys A, Demartines N. Management of severe blunt hepatic injury in the era of computed tomography and transarterial embolization: A systematic review and critical appraisal of the literature. *J Trauma Acute Care Surg* 2015; 79:468
  11. Peitzman AB, Richardson JD. Surgical treatment of injuries to the solid abdominal organs: a 50-year perspective from the Journal of Trauma. *J Trauma* 2010; 69:1011.
  12. Piper GL, Peitzman AB. Current management of hepatic trauma. *Surg Clin North Am* 2010; 90:775.
  13. Kozar RA, Moore FA, Cothren CC, et al. Risk factors for hepatic morbidity following nonoperative management: multicenter study. *Arch Surg* 2006; 141:451.
  14. Singh V, Narasimhan KL, Verma GR, Singh G. Endoscopic management of traumatic hepatobiliary injuries. *J Gastroenterol Hepatol* 2007; 22:1205.
  15. Wahl WL, Brandt MM, Hemmila MR, Arbabi S. Diagnosis and management of bile leaks after blunt liver injury. *Surgery* 2005; 138:742.
  16. Hommes M, Nicol AJ, Navsaria PH, et al. Management of biliary complications in 412 patients with liver injuries. *J Trauma Acute Care Surg* 2014; 77:448.
  17. Asensio JA, Roldán G, Petrone P, et al. Operative management and outcomes in 103 AAST-OIS grades IV and V complex hepatic injuries: trauma surgeons still need to operate, but angioembolization helps. *J Trauma* 2003; 54:647.
  18. Dabbs DN, Stein DM, Philosophie B, Scalea TM. Treatment of major hepatic necrosis: lobectomy versus serial debridement. *J Trauma* 2010; 69:562.
  19. Dabbs DN, Stein DM, Scalea TM. Major hepatic necrosis: a common complication after angioembolization for treatment of high-grade liver injuries. *J Trauma* 2009; 66:621.
  9. Green CS, Bulger EM, Kwan SW. Outcomes and complications of angioembolization for hepatic trauma: A systematic review of the literature. *J Trauma Acute Care Surg* 2016; 80:529.
  10. Melloul E, Denys A, Demartines N. Management of severe blunt hepatic injury in the era of computed tomography and transarterial embolization: A systematic review and critical appraisal of the literature. *J Trauma Acute Care Surg* 2015; 79:468
  11. Peitzman AB, Richardson JD. Surgical treatment of injuries to the solid abdominal organs: a 50-year perspective from the Journal of Trauma. *J Trauma* 2010; 69:1011.
  12. Piper GL, Peitzman AB. Current management of hepatic trauma. *Surg Clin North Am* 2010; 90:775.
  13. Kozar RA, Moore FA, Cothren CC, et al. Risk factors for hepatic morbidity following nonoperative management: multicenter study. *Arch Surg* 2006; 141:451.
  14. Singh V, Narasimhan KL, Verma GR, Singh G. Endoscopic management of traumatic hepatobiliary injuries. *J Gastroenterol Hepatol* 2007; 22:1205.
  15. Wahl WL, Brandt MM, Hemmila MR, Arbabi S. Diagnosis and management of bile leaks after blunt liver injury. *Surgery* 2005; 138:742.
  16. Hommes M, Nicol AJ, Navsaria PH, et al. Management of biliary complications in 412 patients with liver injuries. *J Trauma Acute Care Surg* 2014; 77:448.
  17. Asensio JA, Roldán G, Petrone P, et al. Operative management and outcomes in 103 AAST-OIS grades IV and V complex hepatic injuries: trauma surgeons still need to operate, but angioembolization helps. *J Trauma* 2003; 54:647.
  18. Dabbs DN, Stein DM, Philosophie B, Scalea TM. Treatment of major hepatic necrosis: lobectomy versus serial debridement. *J Trauma* 2010; 69:562.
  19. Dabbs DN, Stein DM, Scalea TM. Major hepatic necrosis: a common complication after angioembolization for treatment of high-grade liver injuries. *J Trauma* 2009; 66:621.

**Конфликт интересов.** Авторы статьи подтверждают отсутствие конфликта интересов, о котором необходимо сообщить.

**Коды ГРНТИ:**

76.29.39 хирургия

76.29.34 гастроэнтерология и гепатология

**Дата поступления:** 03.06.2024

**Подписана в печать:** 20.06.2024

# СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ЛЕЧЕНИЮ ПИЛОНИДАЛЬНОЙ БОЛЕЗНИ. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.

# MODERN APPROACH TO TREATMENT OF PILONIDAL DISEASE. REVIEW OF THE LITERATURE.

**Лангнер А.В., Чжао А.В.**

Клиника Европейский Медицинский Центр (ЕМС),  
Москва, Российская Федерация  
г. Москва, ул. Щепкина, д. 35,  
телефон: +7 (499) 490-93-90

Сведения об авторах:

Лангнер Александр Викторович –  
к.м.н., хирург колопроктолог, 129110 Москва,  
ул. Щепкина дом 35.  
alangner@emcmos.ru

Чжао Алексей Владимирович –  
д.м.н., профессор; руководитель хирургической клиники  
Европейский Медицинский Центр, профессор кафедры  
неотложной и общей хирургии им. А.С. Ермолова  
ФГБОУ ДПО РМАНПО МЗ РФ, главный научный  
сотрудник отделения торакоабдоминальной  
онкологии МНИОИ им. П.А. Герцена,  
ORCID: 0000-0002-0204-8337

**Langner A.V., Zhao A.V.**

European Medical Center (ЕМС),  
Moscow, Russian Federation  
35, ul. Schepkina, Moscow,  
phone: +7 (499) 490-93-90

Information about the authors:

Langner Alexander  
V. PH.D. colorectal surgeon JC European Medical Center,  
129110 Moscow, Schepkina street.  
alangner@emcmos.ru

Alexey Vladimirovich Zhao,  
M.D., Ph.D., Professor; head  
of the surgical clinic of the European Medical Center;  
Chair of Emergency and General Surgery n.a.  
A.S. Ermolov, RMACPE; Department  
of Thoracoabdominal Oncology of the  
P.A. Herzen Institute of Oncology.  
ORCID: 0000-0002-0204-8337

## Реферат

«...Каждый хирург является партизаном своего ме-  
тода...» профессор Гаген-Торн И.Э. , 1928.

Для лечения пилонидальной болезни предложено  
большое разнообразие методик операций, но пока ни  
одна из них не заняла основного места. Также нет  
единства мнений в классификации и оценке каче-  
ства жизни больного после операции.

Пилонидальная болезнь является заболеванием кожи  
и подкожной клетчатки крестцово-копчиковой

## Abstract

"...Every surgeon is a partisan of his own surgical  
method..." Professor Gagen-Torn 1928.

A lot of surgical procedures were invented for treat-  
ment of pilonidal disease up to this moment, but no  
one operation still did not have the priority. Also,  
there is no joint opinion about classification of the  
disease and quality of life assessment for the patient  
with pilonidal disease before and after operation.

Pilonidal cyst represents the disease of the skin and

области, в фазе обострения вполне может быть похожа на воспалительные заболевания кожи (абсцесс, флегмона), на глубокую пиодермию, либо на острый парапроктит, что соответственно требует знаний для проведения дифференциальной диагностики.

Термин «пилонидальная киста» своим происхождением обязан латинскому языку и образован от слияния от 2 слов “pilus” – волос и “nidus” – гнездо. Впервые это заболевание с данным названием было описано доктором R.M. Hodges в 1880 году.

По данным военно-полевых хирургов, опубликованных в 1955 г. (1,13), 40% случаев требовали стационарного лечения до 17 дней, а при открытой технике ведения послеоперационной раны, требовалась госпитализация пациента в стационар на 30 дней и отмечался в 35% рецидив кисты.

Предложены современные методы SiLaC, EPSiT, Gips, Bascom, Karydakis, пластические операции перемещенным лоскутом. Рецидивы заболевания варьируют от 8 до 32%, нетрудоспособность колеблется при малоинвазивных от 0 до одного дня, при марсупиализации и пластиках с перемещенными лоскутами до 90 дней.

Современная классификация позволит оптимизировать выбор метода, внедрение опроса качества жизни у больного с пилонидальной кистой – индивидуализировать подбор операции с учетом ожиданий пациента.

#### **Ключевые слова:**

пилонидальная болезнь, Гипс, Баском, Каридакис, SiLaC, EPSiT

underlying fatty tissues mostly of the sacrococcygeal region. In acute phase it is looking like an abscess of the skin or acute paraproctitis, but at chronic phase it can appear as different types of fistulas of the same region. The term Pilonidal cyst was formed by the Latin language words: “Pilus” – a hair and “Nidus” – a nest. The first mention about the disease under this name was done by Doctor Hodges R.M. at 1880. According to the data of the military surgeons at 1955 more than 40% of the cases needed the in-patient treatment more than 17 days, and in cases of marsupilization operation use the in-patient period was about 30 days with 35% relapse rate.

Now we have wide range of new operation technics – SiLaC, EPSiT, Gips, Bascom, Karydakis, Limber flap, relapse rate varied from 8 to 32%, the rehabilitation postoperative period varied from 1 up to 90 days.

Modern classification can help to choose the correct method of treatment especially with combination of modern technics with improved understanding of the influence of surgery on patient's quality of life.

#### **Key words:**

Pilonidal disease, Gips, Bascom, Karydakis, flap, SiLaC, EPSiT



## Эпидемиология

Пилонидальная болезнь составляет 1–2% от всех хирургических заболеваний. Частота заболевания составляет в среднем от 26 до 48 на 100 000 человек, средний возраст начала проявлений составляет 19 лет для женщин и 21 год для мужчин, причем мужчины болеют в среднем в 3 раза чаще [2–4]. Клиническая картина заболевания делится примерно поровну между острой и хронической стадией заболевания при обращении к врачам, бессимптомные формы заболевания крайне редко являются причиной обращения к врачу [5].

**Факторы Риска** [6–13] – достоверно не установлены, принято считать, что местная травматизация или раздражение, глубокая межъягодичная ямка, повышенная жесткость волос на затылке и в межъягодичной области, синдром поликистоза яичников [14] могут играть определенную роль в возникновении заболевания.

## Анатомия крестцово-копчиковой области

Межъягодичная врожденная ямка представляет собой углубление, которое начинается сразу от крестца, идет до промежности и заканчивается несколько выше ануса. Это углубление образуется закориванием глубоких слоев кожи к анокопчиковому шву и дорсальной поверхности крестца. Эта ямка образует границу между большими ягодичными мышцами, которая скрывается у человека, когда он стоит вертикально.

Хотя врожденная ямка является наиболее частым местом для пилонидальной болезни, иногда заболевание было замечено в других местах – пупке, на волосистой части головы, в межпальцевых промежутках, на грудной клетке между молочными железами [6–13].

## Этиология и патогенез

Хотя пилонидальная болезнь изначально считалась врожденной в связи с аномальной кожей в межъягодичной области [17], тем не менее современная теория рассматривает это заболевание больше как приобретенное, чем врожденное [6,18]. Точный механизм развития пилонидальной болезни остается неясным, хотя наличие волос и воспаления в межъягодичной складке являются способствующими факторами [18,19].

## Классификации

Составляющие части опубликованных классификаций включают размер, число и локализацию отверстий и ходов, наличие или отсутствие абсцедирования, наличие в анамнезе больного рецидивов заболевания, а также характеристика пациента (пол, вес и т.д.) [20]. Некоторые из этих факторов могут оказывать влияние на выбор ме-

тода хирургического лечения. Существуют данные о развитии рака в запущенной форме пилонидальной болезни [21]. В обязательном случае агрессивное развитие заболевания требует немедленной полнослойной биопсии перед принятием решения о способе лечения.

Наиболее распространенная и общепринятая классификация пилонидальной болезни сейчас представляет собой 3 группы заболеваний – бессимптомное течение, фаза острого абсцесса и фаза хронического воспаления. Бессимптомная болезнь – основываясь на весьма ограниченных ретроспективных данных, хирургическое лечение не рекомендуется пациентам, у которых никогда не было обострения пилонидальной болезни [25]. В ретроспективном обзоре 26 больных со случайно найденным пилонидальным синусом, которым было выполнено полное удаление кисты заживление первичным натяжением было отмечено только в 62% случаев [25]. В связи с большим числом послеоперационных осложнений, связанных с операциями, разработанными для лечения пилонидальной болезни, хирургическое лечение при бессимптомном течении не рекомендуется.

Острый абсцесс клинически проявляется появлением внезапной боли разной степени выраженности в области межъягодичной складки при сидении или при движениях, сопровождающихся натяжением кожи в области крестца и копчика. Также пациент может отмечать периодическое мокнутие в области межъягодичной складки, выделения могут быть различными – слизистые, гнойные, кровянистые. Температура и общее недомогание обычно возникает при недренировавшемся остром абсцессе. Традиционно абсцесс пилонидальной кисты должен лечиться немедленным вскрытием и дренированием в момент обращения к врачу. Применение антибиотикотерапии как правило не требуется. Применение антибиотиков возможно при распространенном гнойном процессе – например абсцессе пилонидальной кисты с флегмоной, либо при присоединении флегмоны после вскрытия абсцесса.

Хирургическое лечение абсцесса заключается в выполнении дренирования в месте максимального выбухания и флюктуации, после вскрытия полости абсцесса удаляется тканевой детрит и содержимое кисты (волосы и пр.) [7,26,27]. В рандомизированном исследовании вскрытие абсцесса и санация его полости показало лучшие результаты, чем просто дренирование – 96% заживления вместо 79%, где вскрывался абсцесс без очищения стенок патологической полости и уменьшение частоты рецидива – 10% против 54% [28]. Рана после санации рыхло тампонируется губкой и заживление идет вторичным натяжением. Как показал анализ результатов, выскабливание свищевых ходов в этой стадии и удаление первичных отверстий обычно не дает особых преимуществ [27, 29].

Проведенный систематический обзор, который включил в себя 25 рандомизированных исследований, выявил минимальный положительный эффект от применения

антибиотикотерапии во время операции, сама величина этого положительного результата была весьма скромной и эти исследования были методологически весьма ограниченными [30]. При наличии фонового иммунодефицита из-за риска развития бактериального эндокардита (MRSA) или сепсиса применение профилактической антибактериальной терапии является обоснованной мерой [7]. Наиболее частыми микроорганизмами при хроническом течении пилонидальной болезни являются аэробы, тогда как анаэробы чаще выявляются при абсцессах. Наиболее рационально выбирать цефалоспорины первого поколения, например, Цефазолин вместе с Метронидазолом.

Наблюдение после вскрытия абсцесса: после простого вскрытия абсцесса и дренирования по поводу первого эпизода обострения пилонидальной болезни, полное заживление отмечается примерно в 60% случаев, у 40% больных требуется дополнительное вмешательство – удаление грануляционных патологических тканей из полости кисты, чтобы рана зажила. [31]. Частота рецидива заболевания по данным литературы от 10 до 55%, частота рецидива выше при множественных отверстиях и боковом распространении воспалительного процесса при абсцессе [27,31,32].

После заживления раны от дренирования абсцесса пилонидальной кисты пациенты должны регулярно выбривать волосы в области межъягодичной складки или использовать другие методы удаления волос, поскольку волосы этой области являются участником патогенеза заболевания [25,27]. В ретроспективном исследовании тщательный контроль за ростом волос в межъягодичной ямке вместе с гигиеной области промежности при небольшом боковом распространении абсцесса приводил к сокращению срока стационарного лечения и количеству операций по сравнению с группой где эти меры не применялись [33]. Хроническое течение заболевания — рецидивирующие абсцессы с холодными периодами без воспалений и постоянные выделения из свищей межъягодичной области или незаживающих ран.

Хроническая форма чаще представлена свищами, рецидивирующим воспалением с выделениями из межъягодичной области (из ран или свищей), наличием рубцов в крестцово-копчиковой области от операций или незаживающей раны по средней линии (или сбоку от нее) после ранее перенесенных операций по поводу пилонидальной кисты (Фотография 1).

В любых случаях применяется хирургическое лечение [7], однако, выбор метода должен быть основан на тяжести заболевания, как это оценивает пациент, чем просто на частоте рецидива обострений (Схема 1).

Для выбора метода лечения важно правильно классифицировать пилонидальную болезнь при хроническом течении. В разное время предпринимались усилия в виде разнообразных классификаций пилонидальной болезни. Весьма успешной была классификация в ГНЦ колопроктологии МЗ РФ (1988): Неосложненный эпителиальный копчиковый ход ЭКХ (без клинических проявлений)



Фотография 1. Хроническое воспаление пилонидальной кисты.

Схема №1. Алгоритм лечения при Пилонидальной болезни (Uptodate 2023)



– Острое воспаление ЭКХ:  
Инфильтративная стадия;  
Абсцедирование  
– Хроническое воспаление ЭКХ:  
Инфильтративная стадия;  
Рецидивирующий абсцесс;  
Гнойный свищ.  
Ремиссия воспаления ЭКХ

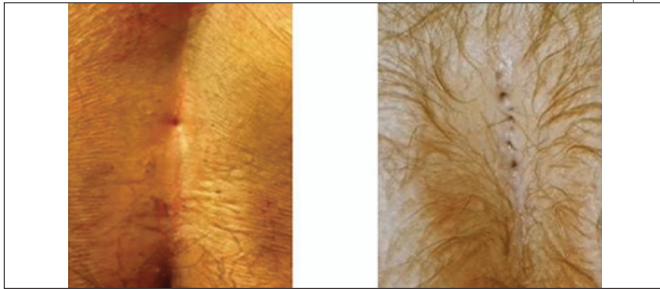
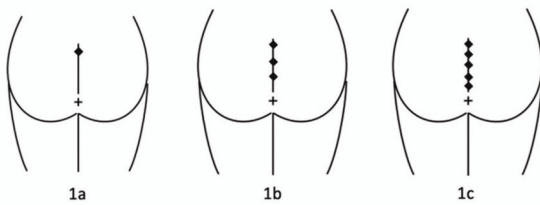
Интересной с практической точки зрения является одна из современных классификаций пилонидальной болезни по Wysocki AP (2015) [79] :

Тип 1. Только срединный первичный ход или кожное отверстие (Схема 2).

Тип 2. Любое поражение средней линии со вторичным свищем или рубцом от вскрытия абсцесса (схема 3, Фотография 3).

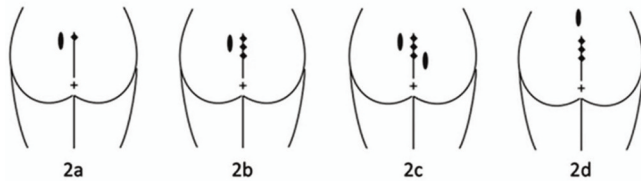
Тип 3. Любое поражение средней линии и вторичное поражение ниже уровня верхушки копчика (Схема 4, Фотография 4).

Схема №2. Тип 1 пилонидальной болезни



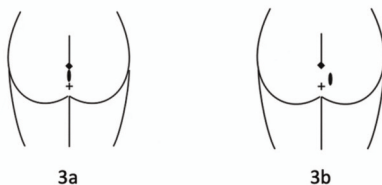
Фотография 2. Пилонидальная болезнь 1 тип.

Схема №3. Тип 2 пилонидальной болезни



Фотография 3. Тип 2 пилонидальной болезни.

Схема №4. Тип 3 пилонидальной болезни



Фотография 4. Вторичное отверстие ниже уровня копчика.

Тип 4. Любая форма заболевания после перенесенного ранее хирургического лечения пилонидальной кисты (Схема 5, Фотография 5).

Схема №5. Тип 4 пилонидальной болезни



Фотография 5. Повторение воспаления после перенесенных операций.

## Дифференциальная диагностика

Дифференциальная диагностика пилонидальной болезни требует комплексного аноректального обследования. Возможные причины заболевания:

1. Острый парапроктит
2. Свищ прямой кишки
3. Болезнь Крона с перианальными осложнениями
4. Воспалительные заболевания кожи (абсцесс, фурункул, карбункул, фолликулит).
5. Глубокая пиодермия - может появляться около ануса и проявляться гнойными выделениями. У этого заболевания есть общие черты с пилонидальной болезнью – образование свищей и изъязвленных ран, некоторые специалисты допускали единую этиологию между глубокой пиодермией кожи и пилонидальной болезнью [22-24]. Однако, глубокая пиодермия почти всегда локализуется в перианальной или паховой области, а не в области межъягодичной складки.
6. Проявление системной инфекции - в крайне редких случаях у пациентов с ослабленным иммунитетом. Так может проявляться туберкулез, сифилис, актиномикоз [24], что характеризуется воспалением тканей между ягодицами, крайне похожим на пилонидальную болезнь.

## Лечение пилонидальной болезни.

Лечение разнообразное и зависит от остроты заболевания, ее проявления и распространенности на момент осмотра.

Клинические рекомендации ГНЦК МЗ РФ РФ на 1988 год по лечению Пилонидальной болезни отражают подход



отечественной школы колопроктологов к лечению заболеваний:

- Иссечение эпителиального копчикового хода с ушиванием раны наглухо - выполняется пациентам с неосложненным ЭКХ.
- Иссечение эпителиального копчикового хода с подшиванием краев раны ко дну (марсупиализация) - выполняется в стадии инфильтрата при остром воспалении ЭКХ.
- Двухэтапное хирургическое лечение эпителиального копчикового хода, открытые операции при стадии абсцесса при остром воспалении ЭКХ. На первом этапе полость абсцесса вскрывают продольным разрезом. Во втором этапе, после стихания острого воспаления (обычно 5–7 дней), в пределах неизмененных тканей осуществляется иссечение копчикового хода и его разветвлений, а также окружающей клетчатки, рана при этих операциях ведется открытым способом.
- Иссечение эпителиального копчикового хода с пластикой раны перемещенными лоскутами (по Лимбергу, Кардакису с L-, Z-, Y-, W-пластикой). При Рецидивном ЭКХ или запущенной форме с множественными свищевыми затеками на правую и левую ягодичные области.
- Подкожное иссечение эпителиального копчикового хода (синусэктомия) при неосложненном ЭКХ, хроническое воспаление ЭКХ в стадии гнойного свища, ремиссия воспаления ЭКХ.

Подходы к лечению пилонидальной болезни в странах ЕС, Великобритании и США были представлены несколько иначе: больше развиты малоинвазивные техники, направленные на быстрое восстановление трудоспособности, также используются операции удаления кисты с большими разрезами, которые повышают частоту осложнений со стороны раны и требуют продолжительного периода перевязок и временной нетрудоспособности, являются широко распространенными. Исследования показали в 20% незаживающую рану в течение 3 месяцев и до 22% частоту рецидивов в течение 5 лет (25). Длительные сроки послеоперационной реабилитации, немалый при этом процент рецидива требовали постоянного совершенствования понимания болезни и подходов к ее лечению.

Современный подход в выборе метода хирургического лечения основан на степени тяжести заболевания. Условно методы лечения пилонидальной болезни можно разделить на несколько групп:

1. Консервативные и неэксцизионные техники
2. Малоинвазивные операции
3. Операции с большими разрезами

**Пилонидальная болезнь с минимальным распространением** - существует все больше данных, что при мало-распространенной пилонидальной болезни широкие иссечения местных тканей межъягодичной ямки не показаны [34–37].

Что представляет собой понятие ограниченный или распространенный процесс? До сих пор нет единого мнения

на этот счет, тем не менее, большинство сообщений свидетельствует о том, что это значит всего несколько первичных отверстий (1–2) по средней линии межъягодичной складки [38,39] (Фотография 6).



Фотография 6. Отверстия пилонидальной кисты по средней линии.

Все типы минимально инвазивного лечения состоят из удаления первичных отверстий по средней линии для чего применяются разные технические приемы:

1. Видео-ассистированное удаление пилонидального синуса является малоинвазивным лечением, состоящим в полном удалении полости кисты через минимальный доступ [42]. В небольшом исследовании этого метода и традиционного хирургического лечения было зарегистрировано уменьшение осложнений со стороны операционной раны – 1,3% против 7,2%, меньшие болезненные ощущения и более быстрое возвращение к работе – 1,6 против 8,2 дней и, что важно, гораздо большее удовлетворение пациентов лечением [43].
2. Введение Фенола в свищевые ходы пилонидальной кисты применялось в попытке избежать хирургического лечения больным с хроническим течением пилонидальной болезни. Раствор Фенола вводился в канал зачищенного свища после санации полости кисты и ее стенок, выполнялось лечение амбулаторно. Вместе с гигиеной межъягодичной складки, выбриванием волос этот метод лечения позволял добиваться хорошего результата с частотой от 60 до 95% и небольшим числом рецидивов [44–46]. Этот метод применялся с иссечением первичных отверстий [47], при его использовании возможны осложнения, если раствор будет контактировать со здоровыми тканями.
3. Введение фибринового клея после зачистки полости - нет достаточного количества достоверных исследований [48].
4. Малоинвазивные хирургические техники также дренируют, зачищают вторичные свищевые ходы или полости через доступы сквозь первичные отверстия (например, техника операции Lord-Millar-Gips'a). Некоторые виды малоинвазивного лечения могут выполняться в

амбулаторном порядке под местной анестезией, иные требуют операционной и общего обезболивания. Оригинальная операция Bascom 1 – удаление первичных отверстий – представляет собой вырезание первичных ходов скальпелем специальной формы [40], тогда как Gips использовал инструмент трепан для кожной биопсии, чтобы удалить первичные отверстия и ходы до тела кисты, которое потом выскабливается через этот доступ [41]. Участки здоровой кожи сохраняются, что снижает болевые ощущения и частоту осложнений со стороны раны.

Краткий обзор малоинвазивных техник лечения пилонидальной болезни.

Операция Lord-Millar-Gips. В 1965 PH Lord и DM Millar описали метод удаления каждого пилонидального синуса-свища через собственный разрез с минимальным отступом и вычищением полости кисты от волос и грануляционной ткани с оставлением небольших ранок для заживления вторичным натяжением. Результаты этого метода хорошо известны и метод получил дальнейшее развитие трудами Gips и соавт., которые использовали трепаны для иссечения [41,42] (Фотография 7).

Схема оригинального рисунка Gips и соавт. (Рис. 1,2).

Результаты Операции Gips'a (модифицированная операция Lord-Millar'a). Сравнивались операции и результаты 3 Госпиталей. Была отмечена высокая частота рецидива

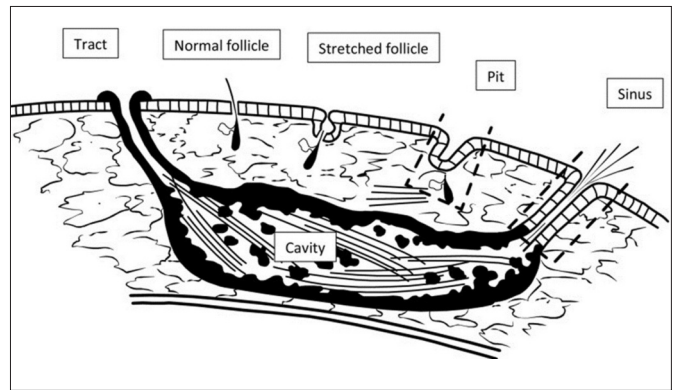


Рис. 1. Схема пилонидальной болезни по рисунку Gips и соавт.

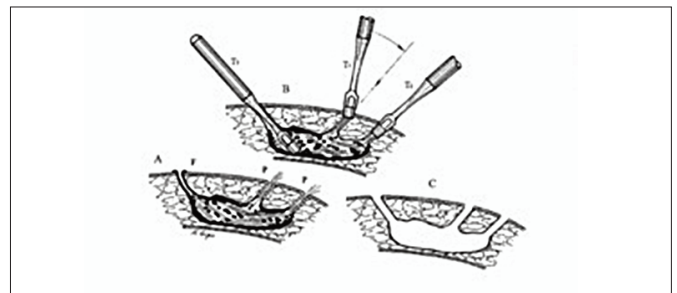
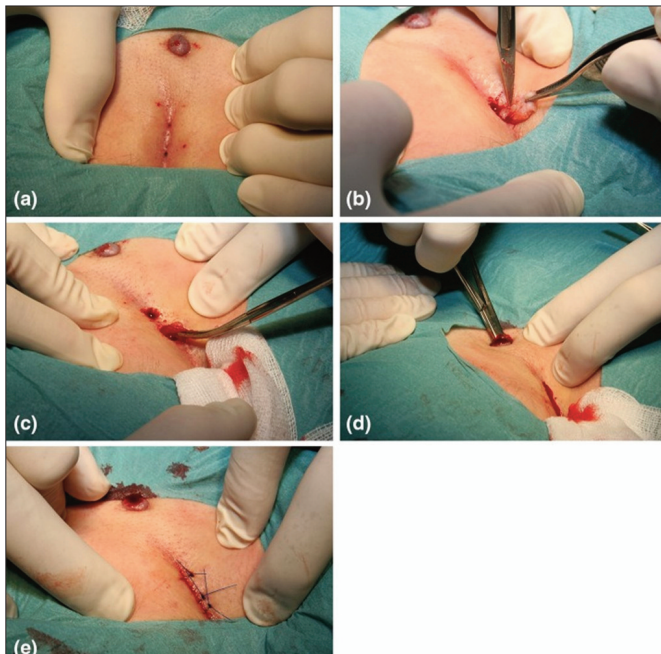


Рис. 2. Операция Gips'a (модифицированная операция Lord-Millar'a) (Gips M, Melki Y, Salem L, et al.).



Фотография 7. Этапы операции Gips'a. (Gips M, Melki Y, Salem L, et al.)

- Пилонидальный синус и проксимальный вторичный ход (выполнена м\а).
- Пилонидальный синус по средней линии иссечен через раздельные разрезы с минимальным отступом от краев.
- Все волосы и грануляции удалены кровоостанавливающим зажимом или ложкой фолькмана.
- Вторичный ход также очищен от волос и грануляций при помощи кровоостанавливающего зажима.
- В отличие от оригинала метода рана ушивается сразу. Свищевой ход оставляется открытым для дренирования.

32%, успех 68% (известная частота рецидива при хирургическом лечении пилонидальной кисты существенно варьирует в различных исследованиях), однако при повторном таком же вмешательстве по поводу рецидива может использоваться такая же хирургическая техника с тем же высоким процентом успеха, что в итоге дает суммарный высокий процент заживления, достигающим более 90% после двух операций без утраты трудоспособности и сохранением качества жизни больного. Рецидив естественно не является желанным исходом операции. Однако, рецидив после операции Gips'a не нарушает внешнюю анатомию, как и до операции, поэтому не снижается качество жизни больного и нет потерь времени по нетрудоспособности [78].

Предложенная Баском (Bascom) операция напоминает операцию Gips, но у нее есть несколько отличий, которые описаны далее. При незаживающей ране крестцово-копчиковой области эта малоинвазивная операция не рекомендуется – в таких случаях требуется операция

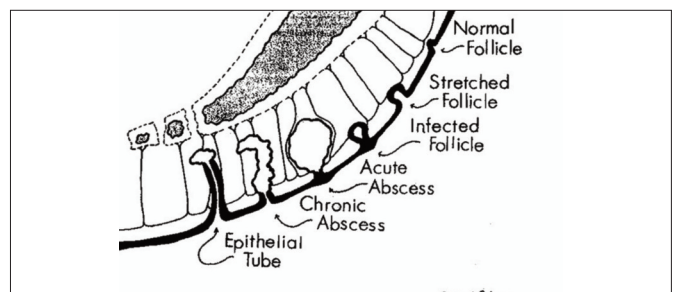


Рис. 3. Схема Баском (Bascom) развития пилонидальной болезни



подъема крестцовой ямки – cleft lift или Vascom 2 (см. далее) (Рис. 3).

Операция Vascom 1 Тип А (фотография 8) (Vascom J.)

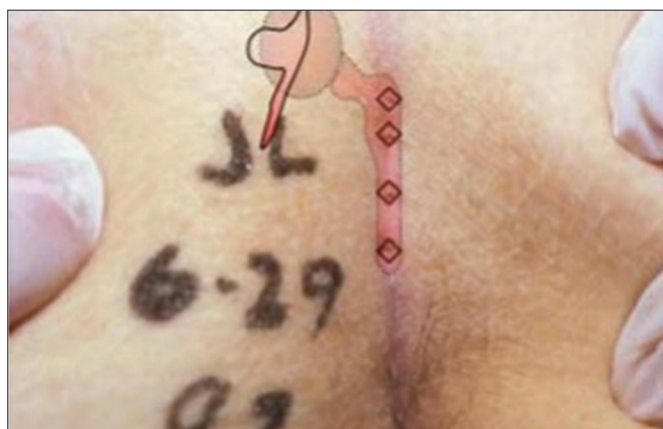
- Удаление первичных ходов (каждый – увеличенный волосяной фолликул)
- Держитесь в стороне от средней линии (проводите дренирование латеральнее средней линии, но в месте флюктуации)
- Выскабливайте всю полость
- Большинство пациентов может быть прооперировано амбулаторно под местной анестезией.
- Боковые разрезы заживают в 100%

Операция Vascom 1 Тип Б (Фотография 9) Разрез по красной линии через все первичные отверстия и полость абсцесса



Фотография 8. Операция Vascom 1 Тип А. (Vascom J.)

- Выскабливание стенок и дна патологической полости
- Сохраняйте чистоту поля после операции и дайте разрезу правильно зажить.
- Эта техника излечивает примерно 80% случаев. И никогда не приводит к образованию больших незаживающих ран.
- Если небольшая часть раны не закрывается через 3-6 недель, надо делать операцию Vascom 2.
- Избегайте ушивания ран по средней линии, тампонирования и широких иссечений!



Фотография 9. Операция Vascom 1 Тип Б (Vascom J.)

- Некоторые врачи предпочитают подшивать края кожи к дну раны «марсупиализация», НО не к пресакральной фасции!
- Некоторые используют фибриновый клей.

Внешний вид раны на следующий день (Фотография 10)



Фотография 10. Вид раны на следующий после операции день.

- Был удален один первичный ход по средней линии и ушит мононитью внутрикожно, через неделю шов будет снят
- Полость абсцесса была удалена боковым доступом, санирована, избыток кожи удален для оттока, иначе быстро закроется.
- Именно через эту рану санирована патологическая полость и удалены все грануляции и волосы.
- После операции этот пациент сам уехал без обезболивающих за 200 км.

Основным преимуществом малоинвазивного лечения является отсутствие или минимальное количество боли, быстрое возвращение к работе, по сравнению с пациентами, у которых были применены стандартные эксцизионные техники. [50,51]. После выполнения малоинвазивного лечения, частота рецидива заболевания варьировала от 8 до 32% в сроки от 12 до 120 месяцев, что выше чем у стандартных эксцизионных методов лечения, но из-за малой травматичности является привлекательным подходом для больных.

Для снижения частоты рецидива после малоинвазивного лечения требуется гигиена межъягодичной складки и промежности, выбривание волос, что ранее уже было отмечено как мера профилактики рецидива после вскрытия абсцесса пилонидальной кисты.

## Распространенная форма хронической пилонидальной болезни

Главной задачей хирургического лечения распространенной формы пилонидальной болезни является удаление всех свищей и полости кисты. Некоторые хирурги предпочитают удалять все ткани пилонидальной кисты вплоть до крестцовой фасции, тогда как другие только

удаляют крышу полости и зачищают отроги от слизистой выстилки без их удаления.

Оптимальная хирургическая техника является предметом оживленных дискуссий, но существует общее понимание, что здоровые ткани должны максимально сохраняться, чтобы создать наиболее благоприятные условия для заживления. Большое количество удаленной ткани связано с повышенным числом послеоперационных осложнений и высоким риском рецидива заболевания [52,55]. Варианты лечения послеоперационных ран после удаления пилонидальной кисты делятся принципиально на 2 подхода – первичный шов и заживление вторичным натяжением. Первичный шов приводит конечно к более быстрому заживлению – 15 дней вместо 60 дней, при открытом ведении раны [53] и более быстрому возврату к работе – 12 вместо 18 дней [54], но отсроченное закрытие раны имеет меньшее число рецидива заболевания – 5,3% против 8,7% – по данным обзора Cochrane в 2010 г 26 рандомизированных исследований, включивших 2530 пациентов [58].

#### Операции с широким иссечением

1. Марсупиализация – подшивание края ко дну.
2. Широкое иссечение и открытый метод ведения раны или ушивание только срединной раны.
3. Иссечение с латеральным или внесрединным закрытием раны: операция Bascom2 и операция Karydakís'a
4. Хирургическое лечение с перемещенным лоскутом – Лимберг и пластические реконструктивные операции.

#### Марсупиализация.

Отсроченное закрытие раны — открытые раны лечатся перевязками пока не закроются вторичным натяжением. Варианты повязок следующие:

- Альгинаты
- Гидроколлоиды
- Поверхностные антисептики
- Перевязки с мазью
- Гидрогели

Альтернативный метод лечения открытой раны заключается в использовании аппарата отрицательного давления (NPWT), который может больше подходит для больших по размеру дефектов, чем дефект после удаления пилонидальной кисты. Основываясь на двух исследованиях в 2022 году Cochrane, не позволил сделать однозначный вывод действительно ли NPWT ускоряет время заживления и повышает частоту заживления по сравнению с традиционным методом ведения перевязками [58]. Аналогичное Cochrane исследование выявило низкую эффективность введения плазмы, обогащенной тромбоцитами [60] и применение крема Lietofix в одном из исследований [56]. Методика отсроченного закрытия раны оставляет рану незашитой или с фиксированными к пресакральной фасции краями кожи (марсупиализация). Сторонники марсупиализации уверены, что это ускоряет как время заживления (по сравнению с методом без ушивания краев раны), так и снижает частоту рецидива заболевания по сравнению с закрытым методом

хирургических операций [58] и поэтому иссечение и марсупиализация должна быть операцией выбора при пилонидальной болезни [59,60]. В связи с недостатком сравнительных данных вопрос делать ли марсупиализацию раны или нет решение это на выбор хирурга.

**Операции с первичным ушиванием раны** – Первичное ушивание раны может быть выполнено как по средней линии, так и при внесрединном доступе [55]:

Ушивание по средней линии состоит в непосредственном сведении слоев раны швами по средней линии. Внесрединное ушивание требует особых технических приемов: первоначальный разрез делается вне срединной линии, после иссечения кисты и удаления свищевых ходов, лоскут из кожи и подкожно-жировой клетчатки мобилизуется, чтобы прикрыть дефект тканей по средней линии. Затем рана ушивается послойно несколькими слоями швов. Внесрединное закрытие требует определенных навыков хирурга, но реально может закрыть достаточно большой тканевой дефект по средней линии, что приводит к меньшему напряжению на швах.

При сравнении пациентов с первичным ушиванием послеоперационной раны срединным доступом с больными, оперированными внесрединным доступом частота осложнений во второй группе несколько меньше (RR 0.23, 95% CI 0.08-0.66), также меньше воспалительных осложнений (RR 0.27, 95% CI 0.13-0.54), несколько короче период заживления (среднее отличие 5.4 дня, 95% CI 2.3-8.5 дней) и меньше рецидивов (RR 0.22, 95% CI 0.11-0.43), это по данным приведенного выше метаанализа [55].

Техника первичного удаления пилонидальной кисты внесрединным доступом – в то время как внесрединный доступ может быть предпочтительнее срединного доступа. Тем не менее, наиболее оптимальная операция все еще не найдена, несмотря на большое количество рандомизированных исследований. Хирург должен сделать выбор техники операции, основываясь на распространенности кисты, наличии или отсутствии воспаления, согласовать это со своим практическим опытом и предпочтениями.

Лоскуты по Каридакису или по Баском 2 операция (подъем межъягодичной складки) могут быть использованы в качестве первоначального хирургического вмешательства и при рецидиве болезни. Ромбовидный лоскут, а также лоскут V-Y и другие перемещаемые лоскуты обычно оставляются для пациентов с более распространенными и упорными формами заболевания [57,58].

Лоскут по Каридакису использует кожно-фасциальный лоскут, который подшивается к крестцово-копчиковой фасции с наложением боковых швов, чтобы сформировать внесрединные швы [65]. Эта операция достигает неплохих результатов с частотой рецидива до 5% и частотой послеоперационных осложнений со стороны раны от 7 до 21% [66-68].

**Операция Баском 2** (подъем межъягодичной складки). Эта хирургическая техника также использует перемещенный лоскут, пришиваемый внесрединно [69]. Заживление первичным натяжением составляет от 80 до 96%.



Частота рецидива от 0 до 17% [70-72]. Метаанализ 6 рандомизированных исследований, сравнивавших лоскуты Каридакиса и Баском с операциями с лоскутом по Лимбергу, не выявили его преимуществ ни по частоте рецидива, ни по числу осложнений [73,74]. (Рис. 4, Фотография 11).

Операция с перемещением лоскута (Лимберга) (Фотография 12, 13, 14, 15).

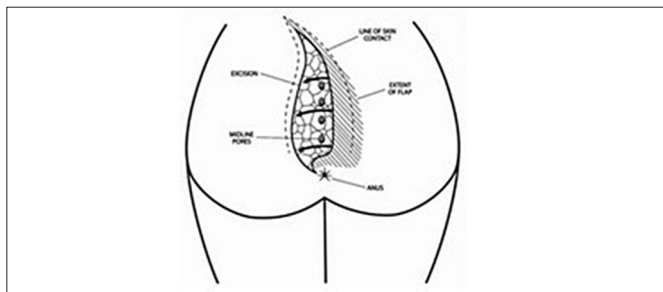


Рис. 4. Схема операции Bascom 2 (Рисунок Bascom J.).



Фотография 11. Нанесение разметки перед операцией Bascom 2 (Bascom J.).

Ромбовидный лоскут по Лимбергу это ротация лоскута кожи и подкожно-жировой клетчатки для закрытия раны после удаления пилонидальной кисты для внесрединного ушивания. Ниже приведены фотографии после



Фотография 12. Нанесение разметки перед операцией Лимберга (Рисунок из Uptodate 2023).



Фотография 13. Мобилизация лоскута при операции Лимберга (Рисунок из Uptodate 2023).



Фотография 14. Внешний вид раны после окончания операции Лимберга с установленными дренажами (Рисунок из Uptodate 2023).



Фотография 15. Послеоперационные раны при операции Лимберга (Рисунок из Uptodate 2023).

операции Лимберга. Установленная частота рецидива кисты варьирует от 0 до 6%, инфекционные осложнения от 0 до 6%, оба показателя достаточно низкие и выглядят предпочтительнее чем цифры после других операций

внесрединного ушивания раны после удаления пилонидальной кисты [76].

Также применяются иные формы лоскутов для закрытия дефекта тканей межъягодичной ямки после удаления пилонидальной кисты со вторичными и первичными свищами. Например V-Y лоскут – лоскут это еще одна техника закрытия дефекта после удаления пилонидальной кисты (Рис. 5).

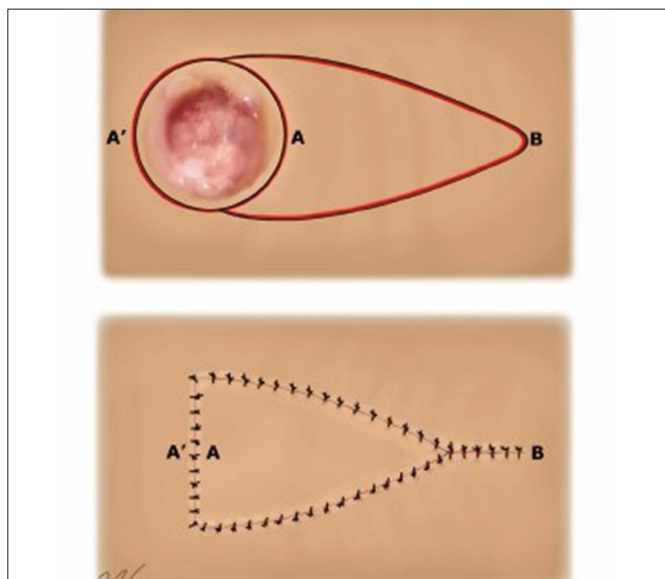


Рис. 5. Схематическое изображение пластики лоскутом V-Y после удаления пилонидальной кисты (Рисунок из Uptodate 2023).

Заживление более 90% и низкий процент рецидива кисты известны из нескольких серий клинических наблюдений, но длительный срок реабилитации после операции по сравнению с малоинвазивными операциями.

Z-пластика – пилонидальная, может быть хирургически удалена, а дефект закрыт при помощи Z кожной пластики (Фотография 16).



Фотография 16. Z-пластика при удалении пилонидальной кисты (Рисунок из Uptodate 2023).

Для пациентов с первичным закрытием кожной раны может использоваться дренаж с отрицательным давлением на дно раны, на выбор оперирующего хирурга.

Применение дренажа существенно снижает скопление жидкости в глубоких пространствах раны, что снижает риск послеоперационных инфекционных осложнений со стороны раны и рецидивов заболевания [68]. Дренаж убирается, когда отделяемое сокращается до 20 мл и менее в сутки в течение последующих друг за другом дней. Статистика по хирургическим техникам лечения пилонидальной болезни колоректальных хирургов двух специализированных клиник Великобритании (2021) [78].

- 27% опрошенных хирургов используют первичное иссечение и ушивание по средней линии

- При рецидиве пилонидальной болезни 28% применяют широкое иссечение и марсупиализацию

Результаты хирургического лечения по типам операций: малоинвазивные операции дают успешное заживление до 96,5%, операции с внесрединным закрытием раны – успешное заживление выше – 97,1%, но осложнений больше 18% против 4,1% (у малоинвазивных).

Сравнительные данные больных со сложной пилонидальной болезнью при лечении широким иссечением без пластики с отрицательным давлением и традиционными ежедневными перевязками приведены доктором R.Cansal [79], так при лечении послеоперационной раны вакуумом полное закрытие раны происходит в среднем за 59,24 дня, при открытом методе ведения с перевязками – за 75,31 дня. Сравнивая различные клинические случаи и различные разработанные хирургические техники лечения пилонидальной болезни очевиден факт, что малотравматичное вмешательство может иметь несомненный успех в лечении сложного случая, но гарантий на излечение с первой попытки меньше. В тоже время проведенное радикальное удаление кисты с широкими разрезами и пластикой дает весьма ощутимый долгий реабилитационный период иногда более чем 40-70 дней, что может привести к крайнему неудовлетворению больного лечением.

Несомненно, что для больного важен не только фактор ликвидации заболевания, но и те ограничения после операции, которые накладываются на его жизнь, поэтому качество жизни пациентов до и после операции для хирурга является одним из основных факторов при лечении пилонидальной болезни.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Лечение пилонидальной болезни не должно быть тяжелее самого заболевания. Малоинвазивные методы не дают снижения качества жизни, рецидивы (до 32%) можно удалить повторной малоинвазивной операцией (успех 90%). Сложные операции – пластики или открытое ведение существенно нарушают качество жизни больного на долгое время (до 90 дней) и имеют до 23% рецидива.

2. В связи с большим выбором оперативных техник и разных типах Пилонидальной болезни колоректальный хирург должен владеть 3-4 базовыми методиками.

3. Необходима разработка особого опросника для оценки качества жизни при лечении Пилонидальной болезнью.



ни.

4. Понятия «небольшое поражение» и «распространенное поражение» должны стать законными через классификацию и подразумевать соразмерность при выборе метода операции особенностям пилонидальной болезни.

5. Закрытие раны после удаления кисты - наложение первичных швов дает более быстрое заживление раны и быстрое возвращение к работе. Оставление раны открытой и ее открытое ведение вторичным натяжением дает меньше рецидивов заболевания.

6. Больным для наложения первичных швов рекомендуется внесрединное ушивание раны, чем по средней линии. Внесрединное ушивание дает меньше осложнений,

быстрое заживление и меньше рецидивов заболевания.

7. Для внесрединного ушивания раны подходят операции по Каридакису и Баском 2 как для первой операции по поводу пилонидальной болезни, так и при рецидиве заболевания. Ромбовидный, V-Y и иные формы лоскутов обычно предназначены исключительно для сложных случаев пилонидальной болезни.

8. Удаление волос для предотвращения рецидива заболевания. После заживления раны от дренирования пилонидального абсцесса или малоинвазивной операции больные должны регулярно выбривать волосы в межъягодичной складке и проводить гигиену.

#### Литература:

1. Classic articles in colonic and rectal surgery. Louis A. Buie, M.D. 1890-1975: Jeep disease (pilonidal disease of mechanized warfare). *Dis Colon Rectum* 1982; 25:384.
2. Mohanna PN, Al-Sam SZ, Flemming AF. Subungual pilonidal sinus of the hand in a dog groomer. *Br J Plast Surg* 2001; 54:176.
3. Khanna A, Rombeau JL. Pilonidal disease. *Clin Colon Rectal Surg* 2011; 24:46.
4. Hull TL, Wu J. Pilonidal disease. *Surg Clin North Am* 2002; 82:1169.
5. Søndena K, Andersen E, Nesvik I, Søreide JA. Patient characteristics and symptoms in chronic pilonidal sinus disease. *Int J Colorectal Dis* 1995; 10:39.
6. Patel MR, Bassini L, Nashad R, Anselmo MT. Barber's interdigital pilonidal sinus of the hand: a foreign body hair granuloma. *J Hand Surg Am* 1990; 15:652.
7. Jones DJ. ABC of colorectal diseases. Pilonidal sinus. *BMJ* 1992; 305:410.
8. Akinci OF, Bozer M, Uzunköy A, et al. Incidence and aetiological factors in pilonidal sinus among Turkish soldiers. *Eur J Surg* 1999; 165:339.
9. Moyer DG. Pilonidal cyst of the scalp. *Arch Dermatol* 1972; 105:578.
10. Shareef SH, Hawrami TA, Salih AM, et al. Intermammary pilonidal sinus: The first case series. *Int J Surg Case Rep* 2017; 41:265.
11. Ponten JB, Ponten JE, Luyer MD, Nienhuijs SW. An umbilical surprise: a collective review on umbilical pilonidal sinus: An uncommon alternative diagnosis in common umbilical symptoms. *Hernia* 2016; 20:497.
12. Matheson AD. Interdigital pilonidal sinus caused by wool. *Aust N Z J Surg* 1951; 21:76.
13. Doll D, Bosche FD, Stauffer VK, et al. Strength of Occipital Hair as an Explanation for Pilonidal Sinus Disease Caused by Intruding Hair. *Dis Colon Rectum* 2017; 60:979.
14. Ugurlu C, Yildirim M, Özcan Ö, et al. Is Polycystic Ovary Syndrome a Predisposing Factor for Pilonidal Sinus Disease? *Dis Colon Rectum* 2022; 65:1129.
15. Mayo OH. Observations on injuries and diseases of the rectum, Burgess and Hill, London 1833. p.45.
16. Allegaert WJ. Pilonidal sinus of the umbilicus. *Br J Clin Pract* 1967; 21:201.
17. DAVAGE ON. The origin of sacrococcygeal pilonidal sinuses based

#### References:

1. Classic articles in colonic and rectal surgery. Louis A. Buie, M.D. 1890-1975: Jeep disease (pilonidal disease of mechanized warfare). *Dis Colon Rectum* 1982; 25:384.
2. Mohanna PN, Al-Sam SZ, Flemming AF. Subungual pilonidal sinus of the hand in a dog groomer. *Br J Plast Surg* 2001; 54:176.
3. Khanna A, Rombeau JL. Pilonidal disease. *Clin Colon Rectal Surg* 2011; 24:46.
4. Hull TL, Wu J. Pilonidal disease. *Surg Clin North Am* 2002; 82:1169.
5. Søndena K, Andersen E, Nesvik I, Søreide JA. Patient characteristics and symptoms in chronic pilonidal sinus disease. *Int J Colorectal Dis* 1995; 10:39.
6. Patel MR, Bassini L, Nashad R, Anselmo MT. Barber's interdigital pilonidal sinus of the hand: a foreign body hair granuloma. *J Hand Surg Am* 1990; 15:652.
7. Jones DJ. ABC of colorectal diseases. Pilonidal sinus. *BMJ* 1992; 305:410.
8. Akinci OF, Bozer M, Uzunköy A, et al. Incidence and aetiological factors in pilonidal sinus among Turkish soldiers. *Eur J Surg* 1999; 165:339.
9. Moyer DG. Pilonidal cyst of the scalp. *Arch Dermatol* 1972; 105:578.
10. Shareef SH, Hawrami TA, Salih AM, et al. Intermammary pilonidal sinus: The first case series. *Int J Surg Case Rep* 2017; 41:265.
11. Ponten JB, Ponten JE, Luyer MD, Nienhuijs SW. An umbilical surprise: a collective review on umbilical pilonidal sinus: An uncommon alternative diagnosis in common umbilical symptoms. *Hernia* 2016; 20:497.
12. MATHESON AD. Interdigital pilonidal sinus caused by wool. *Aust N Z J Surg* 1951; 21:76.
13. Doll D, Bosche FD, Stauffer VK, et al. Strength of Occipital Hair as an Explanation for Pilonidal Sinus Disease Caused by Intruding Hair. *Dis Colon Rectum* 2017; 60:979.
14. Ugurlu C, Yildirim M, Özcan Ö, et al. Is Polycystic Ovary Syndrome a Predisposing Factor for Pilonidal Sinus Disease? *Dis Colon Rectum* 2022; 65:1129.
15. Mayo OH. Observations on injuries and diseases of the rectum, Burgess and Hill, London 1833. p.45.
16. Allegaert WJ. Pilonidal sinus of the umbilicus. *Br J Clin Pract* 1967; 21:201.
17. DAVAGE ON. The origin of sacrococcygeal pilonidal sinuses

- on an analysis of four hundred sixty-three cases. *Am J Pathol* 1954; 30:1191.
18. da Silva JH. Pilonidal cyst: cause and treatment. *Dis Colon Rectum* 2000; 43:1146.
19. Kitchen P. Pilonidal sinus - management in the primary care setting. *Aust Fam Physician* 2010; 39:372.
20. Beal EM, Lee MJ, Hind D, et al. A systematic review of classification systems for pilonidal sinus. *Tech Coloproctol* 2019; 23:435.
21. de Bree E, Zoetmulder FA, Christodoulakis M, et al. Treatment of malignancy arising in pilonidal disease. *Ann Surg Oncol* 2001; 8:60.
22. von Laffert M, Stadie V, Ulrich J, et al. Morphology of pilonidal sinus disease: some evidence of its being a unilocalized type of hidradenitis suppurativa. *Dermatology* 2011; 223:349.
23. Benhadou F, Van der Zee HH, Pascual JC, et al. Pilonidal sinus disease: an intergluteal localization of hidradenitis suppurativa/acne inversa: a cross-sectional study among 2465 patients. *Br J Dermatol* 2019; 181:1198.
24. Oh HB, Abdul Malik MH, Keh CH. Pilonidal Abscess Associated With Primary Actinomycosis. *Ann Coloproctol* 2015; 31:243.
25. Doll D, Krueger CM, Schrank S, et al. Timeline of recurrence after primary and secondary pilonidal sinus surgery. *Dis Colon Rectum*. 2007;50:1928–1934.
26. Doll D, Friederichs J, Boulesteix AL, et al. Surgery for asymptomatic pilonidal sinus disease. *Int J Colorectal Dis* 2008; 23:839.
27. Velasco AL, Dunlap WW. Pilonidal disease and hidradenitis. *Surg Clin North Am* 2009; 89:689.
28. Humphries AE, Duncan JE. Evaluation and management of pilonidal disease. *Surg Clin North Am* 2010; 90:113.
29. Vahedian J, Nabavizadeh F, Nakhaee N, et al. Comparison between drainage and curettage in the treatment of acute pilonidal abscess. *Saudi Med J* 2005; 26:553.
30. Matter I, Kunin J, Schein M, Eldar S. Total excision versus non-resectional methods in the treatment of acute and chronic pilonidal disease. *Br J Surg* 1995; 82:752.
31. Jensen SL, Harling H. Prognosis after simple incision and drainage for a first-episode acute pilonidal abscess. *Br J Surg* 1988; 75:60.
32. Steele SR, Perry WB, Mills S, et al. Practice parameters for the management of pilonidal disease. *Dis Colon Rectum* 2013; 56:1021.
33. Armstrong JH, Barcia PJ. Pilonidal sinus disease. The conservative approach. *Arch Surg* 1994; 129:914.
34. Gil LA, Deans KJ, Minneci PC. Management of Pilonidal Disease: A Review. *JAMA Surg* 2023; 158:875.
35. Segre D, Pozzo M, Perinotti R, et al. The treatment of pilonidal disease: guidelines of the Italian Society of Colorectal Surgery (SICCR). *Tech Coloproctol* 2015; 19:607.
36. Johnson EK, Vogel JD, Cowan ML, et al. The American Society of Colon and Rectal Surgeons' Clinical Practice Guidelines for the Management of Pilonidal Disease. *Dis Colon Rectum* 2019; 62:146.
37. Iesalnieks I, Ommer A, Herold A, Doll D. German National Guideline on the management of pilonidal disease: update 2020. *Langenbecks Arch Surg* 2021; 406:2569.
38. Metzger GA, Apfeld JC, Nishimura L, et al. Principles in treating pediatric patients with pilonidal disease - An expert perspective. *Ann Med Surg (Lond)* 2021; 64:102233.
- based on an analysis of four hundred sixty-three cases. *Am J Pathol* 1954; 30:1191.
18. da Silva JH. Pilonidal cyst: cause and treatment. *Dis Colon Rectum* 2000; 43:1146.
19. Kitchen P. Pilonidal sinus - management in the primary care setting. *Aust Fam Physician* 2010; 39:372.
20. Beal EM, Lee MJ, Hind D, et al. A systematic review of classification systems for pilonidal sinus. *Tech Coloproctol* 2019; 23:435.
21. de Bree E, Zoetmulder FA, Christodoulakis M, et al. Treatment of malignancy arising in pilonidal disease. *Ann Surg Oncol* 2001; 8:60.
22. von Laffert M, Stadie V, Ulrich J, et al. Morphology of pilonidal sinus disease: some evidence of its being a unilocalized type of hidradenitis suppurativa. *Dermatology* 2011; 223:349.
23. Benhadou F, Van der Zee HH, Pascual JC, et al. Pilonidal sinus disease: an intergluteal localization of hidradenitis suppurativa/acne inversa: a cross-sectional study among 2465 patients. *Br J Dermatol* 2019; 181:1198.
24. Oh HB, Abdul Malik MH, Keh CH. Pilonidal Abscess Associated With Primary Actinomycosis. *Ann Coloproctol* 2015; 31:243.
25. Doll D, Krueger CM, Schrank S, et al. Timeline of recurrence after primary and secondary pilonidal sinus surgery. *Dis Colon Rectum*. 2007;50:1928–1934.)
26. Doll D, Friederichs J, Boulesteix AL, et al. Surgery for asymptomatic pilonidal sinus disease. *Int J Colorectal Dis* 2008; 23:839.
27. Velasco AL, Dunlap WW. Pilonidal disease and hidradenitis. *Surg Clin North Am* 2009; 89:689.
28. Humphries AE, Duncan JE. Evaluation and management of pilonidal disease. *Surg Clin North Am* 2010; 90:113.
29. Vahedian J, Nabavizadeh F, Nakhaee N, et al. Comparison between drainage and curettage in the treatment of acute pilonidal abscess. *Saudi Med J* 2005; 26:553.
30. Matter I, Kunin J, Schein M, Eldar S. Total excision versus non-resectional methods in the treatment of acute and chronic pilonidal disease. *Br J Surg* 1995; 82:752.
31. Jensen SL, Harling H. Prognosis after simple incision and drainage for a first-episode acute pilonidal abscess. *Br J Surg* 1988; 75:60.
32. Steele SR, Perry WB, Mills S, et al. Practice parameters for the management of pilonidal disease. *Dis Colon Rectum* 2013; 56:1021.
33. Armstrong JH, Barcia PJ. Pilonidal sinus disease. The conservative approach. *Arch Surg* 1994; 129:914.
34. Gil LA, Deans KJ, Minneci PC. Management of Pilonidal Disease: A Review. *JAMA Surg* 2023; 158:875.
35. Segre D, Pozzo M, Perinotti R, et al. The treatment of pilonidal disease: guidelines of the Italian Society of Colorectal Surgery (SICCR). *Tech Coloproctol* 2015; 19:607.
36. Johnson EK, Vogel JD, Cowan ML, et al. The American Society of Colon and Rectal Surgeons' Clinical Practice Guidelines for the Management of Pilonidal Disease. *Dis Colon Rectum* 2019; 62:146.
37. Iesalnieks I, Ommer A, Herold A, Doll D. German National Guideline on the management of pilonidal disease: update 2020. *Langenbecks Arch Surg* 2021; 406:2569.
38. Metzger GA, Apfeld JC, Nishimura L, et al. Principles in treating pediatric patients with pilonidal disease - An expert perspective. *Ann Med Surg (Lond)* 2021; 64:102233.



39. Check NM, Wynne NK, Mooney DP. Resolution of Mild Pilonidal Disease in Adolescents Without Resection. *J Am Coll Surg* 2022; 235:773.
40. Bascom J. Pilonidal disease: origin from follicles of hairs and results of follicle removal as treatment. *Surgery* 1980; 87:567.
41. Gips M, Melki Y, Salem L, et al. Minimal surgery for pilonidal disease using trephines: description of a new technique and long-term outcomes in 1,358 patients. *Dis Colon Rectum* 2008; 51:1656.
42. Velotti N, Manigrasso M, Di Lauro K, et al. Minimally Invasive Pilonidal Sinus Treatment: A Narrative Review. *Open Med (Wars)* 2019; 14:532.
43. Milone M, Fernandez LM, Musella M, Milone F. Safety and Efficacy of Minimally Invasive Video-Assisted Ablation of Pilonidal Sinus: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Surg* 2016; 151:547.
44. Dag A, Colak T, Turkmenoglu O, et al. Phenol procedure for pilonidal sinus disease and risk factors for treatment failure. *Surgery* 2012; 151:113.
45. Bayhan Z, Zeren S, Duzgun SA, et al. Crystallized phenol application and modified Limberg flap procedure in treatment of pilonidal sinus disease: A comparative retrospective study. *Asian J Surg* 2016; 39:172.
46. Lund J, Tou S, Doleman B, Williams JP. Fibrin glue for pilonidal sinus disease. *Cochrane Database Syst Rev* 2017; 1:CD011923.
47. Favuzza J, Brand M, Francescatti A, Orkin B. Cleft lift procedure for pilonidal disease: technique and perioperative management. *Tech Coloproctol* 2015; 19:477.
48. Bascom J, Bascom T. Failed pilonidal surgery: new paradigm and new operation leading to cures. *Arch Surg* 2002; 137:1146.
49. Oncel M, Kurt N, Kement M, et al. Excision and marsupialization versus sinus excision for the treatment of limited chronic pilonidal disease: a prospective, randomized trial. *Tech Coloproctol* 2002; 6:165.
50. Milone M, Velotti N, Manigrasso M, et al. Long-term results of a randomized clinical trial comparing endoscopic versus conventional treatment of pilonidal sinus. *Int J Surg* 2020; 74:81.
51. Bascom J. Pilonidal disease: long-term results of follicle removal. *Dis Colon Rectum* 1983; 26:800.
52. Alptekin H, Yilmaz H, Kayis SA, Sahin M. Volume of the excised specimen and prediction of surgical site infection in pilonidal sinus procedures (surgical site infection after pilonidal sinus surgery). *Surg Today* 2013; 43:1365.
53. Al-Salamah SM, Hussain MI, Mirza SM. Excision with or without primary closure for pilonidal sinus disease. *J Pak Med Assoc* 2007; 57:388.
54. Fazeli MS, Adel MG, Lebaschi AH. Comparison of outcomes in Z-plasty and delayed healing by secondary intention of the wound after excision of the sacral pilonidal sinus: results of a randomized, clinical trial. *Dis Colon Rectum* 2006; 49:1831.
55. Al-Khamis A, McCallum I, King PM, Bruce J. Healing by primary versus secondary intention after surgical treatment for pilonidal sinus. *Cochrane Database Syst Rev* 2010; :CD006213.
56. Herrod PJ, Doleman B, Hardy EJ, et al. Dressings and topical agents for the management of open wounds after surgical treatment for sacrococcygeal pilonidal sinus. *Cochrane Database Syst Rev* 2022; 5:CD013439.
57. Gohar MM, Ali RF, Ismail KA, et al. Assessment of the effect of platelet rich plasma on the healing of operated sacrococcygeal
39. Check NM, Wynne NK, Mooney DP. Resolution of Mild Pilonidal Disease in Adolescents Without Resection. *J Am Coll Surg* 2022; 235:773.
40. Bascom J. Pilonidal disease: origin from follicles of hairs and results of follicle removal as treatment. *Surgery* 1980; 87:567.
41. Gips M, Melki Y, Salem L, et al. Minimal surgery for pilonidal disease using trephines: description of a new technique and long-term outcomes in 1,358 patients. *Dis Colon Rectum* 2008; 51:1656.
42. Velotti N, Manigrasso M, Di Lauro K, et al. Minimally Invasive Pilonidal Sinus Treatment: A Narrative Review. *Open Med (Wars)* 2019; 14:532.
43. Milone M, Fernandez LM, Musella M, Milone F. Safety and Efficacy of Minimally Invasive Video-Assisted Ablation of Pilonidal Sinus: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Surg* 2016; 151:547.
44. Dag A, Colak T, Turkmenoglu O, et al. Phenol procedure for pilonidal sinus disease and risk factors for treatment failure. *Surgery* 2012; 151:113.
45. Bayhan Z, Zeren S, Duzgun SA, et al. Crystallized phenol application and modified Limberg flap procedure in treatment of pilonidal sinus disease: A comparative retrospective study. *Asian J Surg* 2016; 39:172.
46. Lund J, Tou S, Doleman B, Williams JP. Fibrin glue for pilonidal sinus disease. *Cochrane Database Syst Rev* 2017; 1:CD011923.
47. Favuzza J, Brand M, Francescatti A, Orkin B. Cleft lift procedure for pilonidal disease: technique and perioperative management. *Tech Coloproctol* 2015; 19:477.
48. Bascom J, Bascom T. Failed pilonidal surgery: new paradigm and new operation leading to cures. *Arch Surg* 2002; 137:1146.
49. Oncel M, Kurt N, Kement M, et al. Excision and marsupialization versus sinus excision for the treatment of limited chronic pilonidal disease: a prospective, randomized trial. *Tech Coloproctol* 2002; 6:165.
50. Milone M, Velotti N, Manigrasso M, et al. Long-term results of a randomized clinical trial comparing endoscopic versus conventional treatment of pilonidal sinus. *Int J Surg* 2020; 74:81.
51. Bascom J. Pilonidal disease: long-term results of follicle removal. *Dis Colon Rectum* 1983; 26:800.
52. Alptekin H, Yilmaz H, Kayis SA, Sahin M. Volume of the excised specimen and prediction of surgical site infection in pilonidal sinus procedures (surgical site infection after pilonidal sinus surgery). *Surg Today* 2013; 43:1365.
53. Al-Salamah SM, Hussain MI, Mirza SM. Excision with or without primary closure for pilonidal sinus disease. *J Pak Med Assoc* 2007; 57:388.
54. Fazeli MS, Adel MG, Lebaschi AH. Comparison of outcomes in Z-plasty and delayed healing by secondary intention of the wound after excision of the sacral pilonidal sinus: results of a randomized, clinical trial. *Dis Colon Rectum* 2006; 49:1831.
55. Al-Khamis A, McCallum I, King PM, Bruce J. Healing by primary versus secondary intention after surgical treatment for pilonidal sinus. *Cochrane Database Syst Rev* 2010; :CD006213.
56. Herrod PJ, Doleman B, Hardy EJ, et al. Dressings and topical agents for the management of open wounds after surgical treatment for sacrococcygeal pilonidal sinus. *Cochrane Database Syst Rev* 2022; 5:CD013439.
57. Gohar MM, Ali RF, Ismail KA, et al. Assessment of the effect of

- pilonidal sinus by lay-open technique: a randomized clinical trial. *BMC Surg* 2020; 20:212.
58. Petersen S, Koch R, Stelzner S, et al. Primary closure techniques in chronic pilonidal sinus: a survey of the results of different surgical approaches. *Dis Colon Rectum* 2002; 45:1458.
59. Faux W, Pillai SC, Gold DM. Limberg flap for pilonidal disease: the "no-protractor" approach, 3 steps to success. *Tech Coloproctol* 2005; 9:153.
60. Bessa SS. Comparison of short-term results between the modified Karydakís flap and the modified Limberg flap in the management of pilonidal sinus disease: a randomized controlled study. *Dis Colon Rectum* 2013; 56:491.
61. Arslan K, Said Kokcam S, Koksál H, et al. Which flap method should be preferred for the treatment of pilonidal sinus? A prospective randomized study. *Tech Coloproctol* 2014; 18:29.
62. Karydakís GE. Easy and successful treatment of pilonidal sinus after explanation of its causative process. *Aust N Z J Surg* 1992; 62:385.
63. Akinci OF, Coskun A, Uzunköy A. Simple and effective surgical treatment of pilonidal sinus: asymmetric excision and primary closure using suction drain and subcuticular skin closure. *Dis Colon Rectum* 2000; 43:701.
64. Kitchen PR. Pilonidal sinus: experience with the Karydakís flap. *Br J Surg* 1996; 83:1452.
65. Petersen S, Aumann G, Kramer A, et al. Short-term results of Karydakís flap for pilonidal sinus disease. *Tech Coloproctol* 2007; 11:235.
66. Rushfeldt C, Bernstein A, Norderval S, Revhaug A. Introducing an asymmetric cleft lift technique as a uniform procedure for pilonidal sinus surgery. *Scand J Surg* 2008; 97:77.
67. Guner A, Ozkan OF, Kece C, et al. Modification of the Bascom cleft lift procedure for chronic pilonidal sinus: results in 141 patients. *Colorectal Dis* 2013; 15:e402.
68. Abdelrazeq AS, Rahman M, Botterill ID, Alexander DJ. Short-term and long-term outcomes of the cleft lift procedure in the management of nonacute pilonidal disorders. *Dis Colon Rectum* 2008; 51:1100.
69. Enriquez-Navascues JM, Emparanza JI, Alkorta M, Placer C. Meta-analysis of randomized controlled trials comparing different techniques with primary closure for chronic pilonidal sinus. *Tech Coloproctol* 2014; 18:863.
70. Ardelt M, Dittmar Y, Rauchfuss F, et al. [Classic Limberg Flap Procedure for Treatment of a Sacrococcygeal Pilonidal Sinus Disease - Explanation of the Surgical Technique]. *Zentralbl Chir* 2015; 140:473.
71. Abu Galala KH, Salam IM, Abu Samaan KR, et al. Treatment of pilonidal sinus by primary closure with a transposed rhomboid flap compared with deep suturing: a prospective randomised clinical trial. *Eur J Surg* 1999; 165:468.
72. Muzi MG, Milito G, Cadeddu F, et al. Randomized comparison of Limberg flap versus modified primary closure for the treatment of pilonidal disease. *Am J Surg* 2010; 200:9.
73. Nursal TZ, Ezer A, Calışkan K, et al. Prospective randomized controlled trial comparing V-Y advancement flap with primary suture methods in pilonidal disease. *Am J Surg* 2010; 199:170.
74. Eryilmaz R, Okan I, Coskun A, et al. Surgical treatment of complicated pilonidal sinus with a fasciocutaneous V-Y advancement platelet rich plasma on the healing of operated sacrococcygeal pilonidal sinus by lay-open technique: a randomized clinical trial. *BMC Surg* 2020; 20:212.
58. Petersen S, Koch R, Stelzner S, et al. Primary closure techniques in chronic pilonidal sinus: a survey of the results of different surgical approaches. *Dis Colon Rectum* 2002; 45:1458.
59. Faux W, Pillai SC, Gold DM. Limberg flap for pilonidal disease: the "no-protractor" approach, 3 steps to success. *Tech Coloproctol* 2005; 9:153.
60. Bessa SS. Comparison of short-term results between the modified Karydakís flap and the modified Limberg flap in the management of pilonidal sinus disease: a randomized controlled study. *Dis Colon Rectum* 2013; 56:491.
61. Arslan K, Said Kokcam S, Koksál H, et al. Which flap method should be preferred for the treatment of pilonidal sinus? A prospective randomized study. *Tech Coloproctol* 2014; 18:29.
62. Karydakís GE. Easy and successful treatment of pilonidal sinus after explanation of its causative process. *Aust N Z J Surg* 1992; 62:385.
63. Akinci OF, Coskun A, Uzunköy A. Simple and effective surgical treatment of pilonidal sinus: asymmetric excision and primary closure using suction drain and subcuticular skin closure. *Dis Colon Rectum* 2000; 43:701.
64. Kitchen PR. Pilonidal sinus: experience with the Karydakís flap. *Br J Surg* 1996; 83:1452.
65. Petersen S, Aumann G, Kramer A, et al. Short-term results of Karydakís flap for pilonidal sinus disease. *Tech Coloproctol* 2007; 11:235.
66. Rushfeldt C, Bernstein A, Norderval S, Revhaug A. Introducing an asymmetric cleft lift technique as a uniform procedure for pilonidal sinus surgery. *Scand J Surg* 2008; 97:77.
67. Guner A, Ozkan OF, Kece C, et al. Modification of the Bascom cleft lift procedure for chronic pilonidal sinus: results in 141 patients. *Colorectal Dis* 2013; 15:e402.
68. Abdelrazeq AS, Rahman M, Botterill ID, Alexander DJ. Short-term and long-term outcomes of the cleft lift procedure in the management of nonacute pilonidal disorders. *Dis Colon Rectum* 2008; 51:1100.
69. Enriquez-Navascues JM, Emparanza JI, Alkorta M, Placer C. Meta-analysis of randomized controlled trials comparing different techniques with primary closure for chronic pilonidal sinus. *Tech Coloproctol* 2014; 18:863.
70. Ardelt M, Dittmar Y, Rauchfuss F, et al. [Classic Limberg Flap Procedure for Treatment of a Sacrococcygeal Pilonidal Sinus Disease - Explanation of the Surgical Technique]. *Zentralbl Chir* 2015; 140:473.
71. Abu Galala KH, Salam IM, Abu Samaan KR, et al. Treatment of pilonidal sinus by primary closure with a transposed rhomboid flap compared with deep suturing: a prospective randomised clinical trial. *Eur J Surg* 1999; 165:468.
72. Muzi MG, Milito G, Cadeddu F, et al. Randomized comparison of Limberg flap versus modified primary closure for the treatment of pilonidal disease. *Am J Surg* 2010; 200:9.
73. Nursal TZ, Ezer A, Calışkan K, et al. Prospective randomized controlled trial comparing V-Y advancement flap with primary suture methods in pilonidal disease. *Am J Surg* 2010; 199:170.
74. Eryilmaz R, Okan I, Coskun A, et al. Surgical treatment of compli-

- flap. Dis Colon Rectum 2009; 52:2036.
75. Tocchi A, Mazzoni G, Bononi M, et al. Outcome of chronic pilonidal disease treatment after ambulatory plain midline excision and primary suture. Am J Surg 2008; 196:28.
76. Serour F, Somekh E, Krutman B, Gorenstein A. Excision with primary closure and suction drainage for pilonidal sinus in adolescent patients. Pediatr Surg Int 2002; 18:159.
77. Kaveh Khodakaram et al., Minimal Excision and Primary Suture is a Cost-Efficient Definitive Treatment for Pilonidal Disease with Low Morbidity: A Population-Based Interventional and a Cross-Sectional Cohort Study World J Surg. 2017; 41(5): 1295–1302.
78. Dotun Ojo, Senapati Asha, Mr. Phil Tozer, Mr. Gregory Thomas "Understanding and improving care in pilonidal disease" 2021 (in press)
79. Wysocki AP (2015), "Pilonidal Sinus: From Then to Now but where to Next?" PSJ Vol. 1 Iss 1.
- cated pilonidal sinus with a fasciocutaneous V-Y advancement flap. Dis Colon Rectum 2009; 52:2036.
75. Tocchi A, Mazzoni G, Bononi M, et al. Outcome of chronic pilonidal disease treatment after ambulatory plain midline excision and primary suture. Am J Surg 2008; 196:28.
76. Serour F, Somekh E, Krutman B, Gorenstein A. Excision with primary closure and suction drainage for pilonidal sinus in adolescent patients. Pediatr Surg Int 2002; 18:159.
77. Kaveh Khodakaram et al., Minimal Excision and Primary Suture is a Cost-Efficient Definitive Treatment for Pilonidal Disease with Low Morbidity: A Population-Based Interventional and a Cross-Sectional Cohort Study World J Surg. 2017; 41(5): 1295–1302.
78. Dotun Ojo, Senapati Asha, Mr. Phil Tozer, Mr. Gregory Thomas "Understanding and improving care in pilonidal disease" 2021 (in press)
79. Wysocki AP (2015), "Pilonidal Sinus: From Then to Now but where to Next?" PSJ Vol. 1 Iss 1.

**Конфликт интересов.** Авторы статьи подтверждают отсутствие конфликта интересов, о котором необходимо сообщить.

**Коды ГРНТИ:**

76.29.39 хирургия

76.29.57 дерматология и венерология

76.29.34 гастроэнтерология и гепатология.

**Дата поступления:** 15.03.2024

**Подписана в печать:** 20.06.2024

# СОВРЕМЕННОЕ ЛЕЧЕНИЕ ДИВЕРТИКУЛЯРНОЙ БОЛЕЗНИ

# ACTUAL TREATMENT OF DIVERTICULAR DISEASE

**Йулдашев А.Г.**

АО Европейский медицинский центр.  
г. Москва, ул. Щепкина, д. 35  
Телефон: +7 (499) 490-93-90  
ORCHID: 0000-0002-1582-5350

Сведения об авторах:

Йулдашев Анварбек Гафурович –  
кандидат медицинских наук, старший научный  
сотрудник, отдел абдоминальной хирургии НИИ  
клинической хирургии, хирург-колопроктолог  
Европейского медицинского центра.  
129090, Россия, Москва, ул. Щепкина, д.35.  
e-mail: ayuldashev@emcmos.ru, www.emcmos.ru  
ORCHID: 0000-0002-1582-5350

**Yuldashev A.G.**

European medical center.  
35, ul. Schepkina, Moscow  
Phone: +7 (499) 490-93-90  
ORCHID: 0000-0002-1582-5350

Information about the authors:

Yuldashev A.G. –  
M.D. Ph.D.,  
European Medical Center35,  
ul. Schepkina, Moscow,  
Russia, 129090.  
E-mail: ayuldashev@emcmos.ru,  
www.emcmos.ru  
ORCHID: 0000-0002-1582-5350

## Реферат

Принятая медицинским сообществом схема хирургического лечения дивертикулярной болезни значительно эволюционировала по мере того, как улучшалось понимание врачей естественной истории заболевания. Как правило, при осложненном дивертикулите рекомендуется проведение резекции пораженного участка кишки, в то время как пациенты с рецидивирующим неосложненным заболеванием заслуживают индивидуального обсуждения и совместного принятия решений врачами разных специальностей. Риски хирургического вмешательства давно хорошо известны, но преимущества того или иного выбранного метода менее очевидны. Таким образом, бремя доказательства ложится на современных врачей: улучшает ли хирургическое вмеша-

## Abstract

The scheme of surgical treatment of diverticular disease adopted by the medical community has evolved significantly as doctors' understanding of the natural history of the disease has improved. As a rule, colectomy is recommended for complicated diverticulitis, while patients with recurrent uncomplicated disease deserve individual discussion and joint decision-making by doctors of different specialties. The risks of surgical intervention have long been well known, but the advantages of one or another chosen method are less obvious. Thus, the burden of proof falls on modern doctors: does surgical intervention improve the short- and long-term function of the gastrointestinal tract in patients with multiple



тельность краткосрочную и долгосрочную функцию желудочно-кишечного тракта у пациентов с множественными эпизодами дивертикулита?

#### Ключевые слова:

Дивертикулярная болезнь, дивертикулит, операция Гартмана, острый живот, резекция с первичным анастомозом, острый дивертикулит.

episodes of diverticulitis?

#### Key words:

Diverticular disease, diverticulitis, Hartmann procedure, acute surgical abdomen, resection with primary anastomosis, acute diverticulitis.

## Введение

Дивертикулярная болезнь — наличие в толстой кишке как минимум одного дивертикула, т.е. выпячивания слизистой оболочки толстой кишки и подслизистого слоя. Как правило это происходит вокруг пенетрирующих кровеносных сосудов [1,2]. Это может произойти в любом сегменте кишечника, однако наиболее часто поражённым сегментом является сигмовидная кишка [3]. За последние два десятилетия дивертикулярная болезнь стала одним из наиболее часто диагностируемых заболеваний кишечника. Она наблюдается по всему миру, однако её распространённость высока, особенно в западных странах [4]. Считалось, что дивертикулярная болезнь связана с увеличением возраста; однако, согласно недавним исследованиям, её распространённость в более молодом населении возросла [5]. Примерно у 10–25% пациентов с дивертикулезом заболевание прогрессирует и приводит к дивертикулиту [6].

Было предложено множество теорий для различных этиологий дивертикулярной болезни, и считается, что наиболее распространённой причиной является диета с низким содержанием клетчатки. Считается, что диеты с низким содержанием клетчатки связаны с повышением внутрикишечного давления, что приводит к образованию дивертикулов [7].

## Клиническая картина

Дивертикулярная болезнь может иметь различные клинические проявления. Чаще всего она манифестирует болью в животе или изменением режима работы кишечника, а также ректальным кровотечением. Клиническая картина иногда может имитировать воспалительное заболевание кишечника или злокачественную опухоль кишечника. Распространённые осложнения дивертикулярной болезни включают в себя дивертикулит, перфорацию и абсцесс или флегмону.

Боль во время дивертикулярного кровотечения классифицируется как неспецифическая боль внизу живота и

связана с повышенными маркерами воспаления и температурой при дивертикулите. Подсчитано, что у 4–15% пациентов с дивертикулярной болезнью наблюдаются эпизоды дивертикулита [8]. Дивертикулит чаще встречается у мужчин моложе 50 лет [9]. Дивертикулярный абсцесс наблюдается примерно у 17% пациентов с дивертикулярной болезнью [10]. Более серьёзные осложнения включают перитонит, образование свищей и стриктуру кишечника [11]. Только у 1–2% пациентов развивается дивертикулярный перфоративный перитонит с высокими показателями смертности [12].

Считается, что частота осложнений в большей степени связана с левосторонним дивертикулитом. Американское общество хирургии толстой и прямой кишки (ASCR) заявило, что решения о хирургическом вмешательстве должны основываться на общем состоянии здоровья пациента и повторяющиеся эпизоды не должны быть единственными критериями.

## Осложнения

Осложнения дивертикулярной болезни включают абсцесс, свищ и стриктуры кишечника. С небольшими или локализованными воспалительными структурами можно справиться с помощью внутривенной антибактериальной терапии и в зависимости от имеющихся ресурсов для лечения таких случаев также может быть использована интервенционная радиология – дренирование абсцессов [13].

## Постановка диагноза

С появлением современных рентгенологических инструментов стала возможной ранняя и точная диагностика дивертикулярной болезни. Для её диагностики используют ультразвуковое исследование, компьютерную томографию и исследование с помощью бариевой взвеси. Однако все они имеют свои ограничения.

Ультразвуковое исследование: широкодоступный и недорогой метод, и поэтому его можно легко использовать. Однако его основное ограничение заключается в том, что это исследование явно зависит от врача и, следовательно, не очень точное. Однако он считается специфичным и высокочувствительным при неосложненном дивертикулярном заболевании [14].

Компьютерная томография: считается более специфичным и детальным исследованием. Оно также может быть использовано для анализа прогресса пациента в лечении, а с помощью последовательных сканирований также можно проводить дальнейшее планирование лечения. Исследование также может быть использовано в терапевтических целях, таких как дренирование абсцессов и уменьшение необходимости хирургического вмешательства. Также КТ помогает обнаружить дивертикулярное кровотечение. Его основными ограничениями являются радиационное облучение и нехватка надлежащей инфраструктуры здравоохранения, в некоторых лечебных учреждениях [14].

Магнитно-резонансная томография: её использование популярно в определённых центрах из-за отсутствия радиационного облучения. Однако МРТ используется не часто ввиду отсутствия доступа к исследованию, особенно в острых ситуациях в некоторых лечебных учреждениях [15].

Эндоскопическая оценка: колоноскопия или гибкая ректороманоскопия помогают в прямой визуализации, а также в диагностике тканей. Однако при острых приступах его роль спорна, и этой процедуры избегают. Были дебаты о регулярном использовании колоноскопии после купирования острого приступа дивертикулита. Некоторые авторы, фактически, рекомендовали использовать гибкую ректороманоскопию в качестве альтернативы, поскольку сигмовидная кишка является наиболее распространённым местом дивертикулярной болезни [16].

Многие классификации дивертикулита основаны на результатах компьютерной томографии. Однако со временем в существующие были внесены многочисленные изменения, которые повлияли на клинические рекомендации по лечению. При использовании КТ в сочетании с клиническими и лабораторными исследованиями это помогает понять течение заболевания и прогнозировать исходы заболевания [17, 18].

Классификация дивертикулита приведена в таблице 1.

## Лечение

### Неосложненное течение болезни

У большинства пациентов дивертикулярная болезнь протекает неосложненно, успешно лечится внутривенной антибактериальной терапией, диетой и обезболиванием.

Американская ассоциация гастроэнтерологов (AGA) в настоящее время рекомендует применение антибиотиков для лечения лёгких случаев, чтобы замедлить прогрессирование заболевания и снизить частоту осложнений [19]. Исследования свидетельствуют в пользу использования таких лекарств, как месалазин, пробиотики и рифаксимин, при лечении дивертикулита. Консенсус по поводу применения этих лекарственных средств всё ещё не был достигнут из-за недостаточности данных и доказательной базы [20].

### Хирургическое лечение

Установка дренажа под контролем компьютерной томографии: абсцессы, поддающиеся дренированию под контролем компьютерной томографии, дренируются во избежание более объёмного хирургического вмешательства в определённом количестве случаев. Однако для этого требуются надлежащие условия и достаточный опыт. Примерно у 15-20% пациентов при компьютерной томографии выявляется абсцесс с острыми эпизодами дивертикулита [21].

Хирургическое вмешательство требуется соматически ослабленным пациентам или пациентам с осложнённым течением болезни, причём наиболее часто выполняемым хирургическим вмешательством при осложнённом дивертикулярном заболевании является операция Гартмана. Согласно Российским рекомендациям, не рекомендуется ушивание дивертикула при его перфорации вследствие крайне высокой летальности. Операцией выбора является операция Гартмана.

Европейское общество колопроктологии считает, что при каловом перитоните нет достаточных исследований по сравнению результатов лечения при открытом и лапароскопическом доступе. Поэтому не может рекомендовать лапароскопические санации при распространённом каловом перитоните.

При гнойном перитоните лапароскопический доступ рекомендован. Лапароскопическая санация уменьшает риск колостомии в период до 2-х лет, но может в кратко-

Таблица 1. Классификация Hinchey

Стадия	Результат компьютерной томографии
I	Периколический абсцесс или флегмона
II	Тазовый, внутрибрюшной или ретроперитонеальный абсцесс
III	Генерализованный гнойный перитонит
IV	Генерализованный каловый перитонит

срочной перспективе привести к интраабдоминальным абсцессам.

Важным вопросом в хирургическом лечении больных острым дивертикулитом является возможность формирования первичного анастомоза.

Резекция кишки с первичным анастомозом показана гемодинамически стабильным пациентам, как правило, без сопутствующих заболеваний. Операция типа Гартмана рекомендована больным в критическом состоянии и при наличии ряда тяжелых сопутствующих заболеваний [22].

По данным Европейского общества колопроктологов, при сравнении первичного анастомоза с разгрузочной стомой или без неё в различных исследованиях, различия в летальности выявлено не было. Опираясь на зарубежные и российские исследования 3-х летняя выживаемость у пациентов с первичным анастомозом в процентном соотношении выше, нежели у стомированных пациентов [23]. Относительная выживаемость была значительно выше среди пациентов в группе с первичным анастомозом, как при однофакторном, так и при многофакторном анализе.

Послеоперационное пребывание в стационаре у пациентов со стомой было более длительным или чаще prolongировалось по разным причинам, в том числе увеличение продолжительности стационарного лечения у стомированных пациентов может быть вызвано необходимостью обучения ухода за стомой. Многие пациенты с выведенной стомой испытывают общую подавленность, чувство бессилия и беспомощности. Чаще всего причинами подобного состояния являются недостаток информации, ощущение физической и психологической неполноценности. Привычный алгоритм жизни нарушается [24]. Также многие пациенты мужского пола предъявили жалобы на снижение потенции.

Новейшие исследования показали, что у пациентов со стомой было значительно больше повторных госпитализаций и повторных вмешательств. Кроме того, было показано, что осложнения, связанные со стомой (например, стеноз, ретракция, пролапс, перистомальная гры-

жа), связаны со снижением качества жизни. Увеличение числа повторных госпитализаций и повторных вмешательств у пациентов со стомой, а также осложнений, связанных со стомой, также имеет значение при выборе между стомой и первичным анастомозом [25].

На основе трех рандомизированных исследований Cochrane review, открытая резекция – операция выбора в экстренной ситуации. Лапароскопическая резекция и роботассистированная резекция предпочтительна в плановой хирургии, однако при наличии квалифицированного персонала и необходимого оборудования возможно её выполнение и в условиях экстренной хирургии.

## Выводы

На сегодняшний день выбор оптимального метода экстренного хирургического лечения осложнений острого дивертикулита сигмовидной кишки остается вопросом дискуссий во всем мире. Пациентам с I-II стадиями Hinchey показано проведение внутривенной антибиотикотерапии (размеры абсцессов менее 4 см), либо чрескожное дренирование абсцессов (размеры абсцесса более 4 см). В случае неэффективности консервативных мер, в большинстве случаев острого дивертикулита, осложненного перфорацией дивертикула и развитием перитонита, выполняют операции типа Гартмана либо резекцию с первичным анастомозом. Резекция с первичным анастомозом может быть использована в качестве альтернативы процедуре Гартмана без увеличения смертности, общей заболеваемости и тяжелых осложнений после операции резекции. Это имеет преимущества в частоте восстановления стомы и в общей и тяжелой заболеваемости после этой процедуры [26]. Лечение больных с острым осложненным дивертикулитом остается одной из актуальных проблем в экстренной хирургии. Выбор метода лечения определяется на основании многих факторов и в соответствии с отечественными и международными клиническими рекомендациями [27].

### Литература:

1. Hill SS, Davids JS. The Benefits of Surgery for Diverticular Disease—Have We Met the Burden of Proof? *JAMA Surg.* 2023;158(6):601–602. doi:10.1001/jamasurg.2023.0476
2. Imaeda H, Hibi T: The burden of diverticular disease and its complications: west versus east. *Inflamm Intest Dis.* 2018, 3:61–8.
3. Whatling PJ: Diverticulosis and diverticular disease: current concepts. *InnovAiT.* 2017, 10:262–8. 10.1177/1755738017694413
4. Peery AF, Crockett SD, Barritt AS, et al.: Burden of gastrointestinal, liver, and pancreatic diseases in the United States. *Gastroenterology.* 2015, 149:1731–41.e3. 10.1053/j.gastro.2015.08.045
5. Painter NS, Burkitt DP: Diverticular disease of the colon, a 20th century problem. *Clin Gastroenterol.* 1975, 4:3. 10.1016/S0300-5089(21)00094-8
6. Jacobs DO: Diverticulitis. *N Engl J Med.* 2007, 357:2057–66. 10.1056/NEJMcpr073228

### References:

1. Hill SS, Davids JS. The Benefits of Surgery for Diverticular Disease—Have We Met the Burden of Proof? *JAMA Surg.* 2023;158(6):601–602. doi:10.1001/jamasurg.2023.0476
2. Imaeda H, Hibi T: The burden of diverticular disease and its complications: west versus east. *Inflamm Intest Dis.* 2018, 3:61–8.
3. Whatling PJ: Diverticulosis and diverticular disease: current concepts. *InnovAiT.* 2017, 10:262–8. 10.1177/1755738017694413
4. Peery AF, Crockett SD, Barritt AS, et al.: Burden of gastrointestinal, liver, and pancreatic diseases in the United States. *Gastroenterology.* 2015, 149:1731–41.e3. 10.1053/j.gastro.2015.08.045
5. Painter NS, Burkitt DP: Diverticular disease of the colon, a 20th century problem. *Clin Gastroenterol.* 1975, 4:3. 10.1016/S0300-5089(21)00094-8
6. Jacobs DO: Diverticulitis. *N Engl J Med.* 2007, 357:2057–66. 10.1056/NEJMcpr073228

7. Regenbogen SE, Hardiman KM, Hendren S, Morris AM: Surgery for diverticulitis in the 21st century: a systematic review. *JAMA Surg.* 2014, 149:292-303. 10.1001/jamasurg.2013.5477
8. Al Harakeh H, Paily AJ, Doughan S, Shaikh I: Recurrent acute diverticulitis: when to operate? . *Inflamm Intest Dis.* 2018, 3:91-9. 10.1159/000494973
9. Nguyen GC, Sam J, Anand N: Epidemiological trends and geographic variation in hospital admissions for diverticulitis in the United States. *World J Gastroenterol.* 2011, 17:1600-5. 10.3748/wjg.v17.i12.1600
10. Mali J, Mentula P, Leppäniemi A, Sallinen V: Determinants of treatment and outcomes of diverticular abscesses. *World J Emerg Surg.* 2019, 14:31. 10.1186/s13017-019-0250-5
11. Coakley KM, Davis BR, Kasten KR: Complicated diverticular disease . *Clin Colon Rectal Surg.* 2021, 34:96- 103. 10.1055/s-0040-1716701
12. Edna TH, Jamal Talabani A, Lydersen S, Endreseth BH: Survival after acute colon diverticulitis treated in hospital. *Int J Colorectal Dis.* 2014, 29:1361-7. 10.1007/s00384-014-1946-3
13. Welbourn HL, Hartley JE: Management of acute diverticulitis and its complications. *Indian J Surg.* 2014, 76:429-35. 10.1007/s12262-014-1086-6
14. Abboud ME, Frasure SE, Stone MB: Ultrasound diagnosis of diverticulitis. *World J Emerg Med.* 2016, 7:74-6. 10.5847/wjem.j.1920-8642.2016.01.015
15. Tursi A, Scarpignato C, Strate LL, Lanas A, Kruis W, Lahat A, Danese S: Colonic diverticular disease. *Nat Rev Dis Primers.* 2020, 6:20. 10.1038/s41572-020-0153-5
16. Agarwal AK, Karanjawala BE, Maykel JA, Johnson EK, Steele SR: Routine colonic endoscopic evaluation following resolution of acute diverticulitis: is it necessary?. *World J Gastroenterol.* 2014, 20:12509-16. 10.3748/wjg.v20.i35.12509
17. Buckley O, Geoghegan T, O'Riordain DS, Lyburn ID, Torreggiani WC: Computed tomography in the imaging of colonic diverticulitis. *Clin Radiol.* 2004, 59:977-83. 10.1016/j.crad.2004.05.003
18. Hinchey EJ, Schaal PG, Richards GK: Treatment of perforated diverticular disease of the colon. *Adv Surg.* 1978, 12:85-109.
19. Peery AF, Shaukat A, Strate LL: AGA clinical practice update on medical management of colonic diverticulitis: expert review. *Gastroenterology.* 2021, 160:906-11.e1. 10.1053/j.gastro.2020.09.059
20. Piccin A, Gulotta M, di Bella S, Martingano P, Crocè LS, Giuffrè M: Diverticular disease and rifaximin: an evidence-based review. *Antibiotics (Basel).* 2023, 12:443. 10.3390/antibiotics12030443
21. Andersen JC, Bundgaard L, Elbrønd H, Laurberg S, Walker LR, Støvring J: Danish national guidelines for treatment of diverticular disease. *Dan Med J.* 2012, 59:4453.
22. Sartelli M., Weber D.G., Kluger Y. et. al. 2020 update of the WSES guidelines for the management of acute colonic diverticulitis in the emergency setting. *World J. Emerg. Surg.* 2020;15:32.
23. Van Loon YT, Van Erning FN, Maas HA, Stassen LPS, Zimmerman DDE. Primary Anastomosis Versus End-Ostomy in Left-Sided Colonic and Proximal Rectal Cancer Surgery in the Elderly Dutch Population: A Propensity Score Matched Analysis. *Ann Surg Oncol.* 2021 Nov;28(12):7450-7460. doi: 10.1245/s10434-021-09976-y. Epub 2021 Apr 25. PMID: 33899138; PMCID: PMC8519826.
24. T. Y. Vladimirova. Experience of psychological support of patients with intestinal stoma / // Issues of medical rehabilitation : A collection of scientific papers on the results of the Interregional Scientific and Practical Conference, Cheboksary, September 21, 2018. Chebok-
7. Regenbogen SE, Hardiman KM, Hendren S, Morris AM: Surgery for diverticulitis in the 21st century: a systematic review. *JAMA Surg.* 2014, 149:292-303. 10.1001/jamasurg.2013.5477
8. Al Harakeh H, Paily AJ, Doughan S, Shaikh I: Recurrent acute diverticulitis: when to operate? . *Inflamm Intest Dis.* 2018, 3:91-9. 10.1159/000494973
9. Nguyen GC, Sam J, Anand N: Epidemiological trends and geographic variation in hospital admissions for diverticulitis in the United States. *World J Gastroenterol.* 2011, 17:1600-5. 10.3748/wjg.v17.i12.1600
10. Mali J, Mentula P, Leppäniemi A, Sallinen V: Determinants of treatment and outcomes of diverticular abscesses. *World J Emerg Surg.* 2019, 14:31. 10.1186/s13017-019-0250-5
11. Coakley KM, Davis BR, Kasten KR: Complicated diverticular disease . *Clin Colon Rectal Surg.* 2021, 34:96- 103. 10.1055/s-0040-1716701
12. Edna TH, Jamal Talabani A, Lydersen S, Endreseth BH: Survival after acute colon diverticulitis treated in hospital. *Int J Colorectal Dis.* 2014, 29:1361-7. 10.1007/s00384-014-1946-3
13. Welbourn HL, Hartley JE: Management of acute diverticulitis and its complications. *Indian J Surg.* 2014, 76:429-35. 10.1007/s12262-014-1086-6
14. Abboud ME, Frasure SE, Stone MB: Ultrasound diagnosis of diverticulitis. *World J Emerg Med.* 2016, 7:74-6. 10.5847/wjem.j.1920-8642.2016.01.015
15. Tursi A, Scarpignato C, Strate LL, Lanas A, Kruis W, Lahat A, Danese S: Colonic diverticular disease. *Nat Rev Dis Primers.* 2020, 6:20. 10.1038/s41572-020-0153-5
16. Agarwal AK, Karanjawala BE, Maykel JA, Johnson EK, Steele SR: Routine colonic endoscopic evaluation following resolution of acute diverticulitis: is it necessary?. *World J Gastroenterol.* 2014, 20:12509-16. 10.3748/wjg.v20.i35.12509
17. Buckley O, Geoghegan T, O'Riordain DS, Lyburn ID, Torreggiani WC: Computed tomography in the imaging of colonic diverticulitis. *Clin Radiol.* 2004, 59:977-83. 10.1016/j.crad.2004.05.003
18. Hinchey EJ, Schaal PG, Richards GK: Treatment of perforated diverticular disease of the colon. *Adv Surg.* 1978, 12:85-109.
19. Peery AF, Shaukat A, Strate LL: AGA clinical practice update on medical management of colonic diverticulitis: expert review. *Gastroenterology.* 2021, 160:906-11.e1. 10.1053/j.gastro.2020.09.059
20. Piccin A, Gulotta M, di Bella S, Martingano P, Crocè LS, Giuffrè M: Diverticular disease and rifaximin: an evidence-based review. *Antibiotics (Basel).* 2023, 12:443. 10.3390/antibiotics12030443
21. Andersen JC, Bundgaard L, Elbrønd H, Laurberg S, Walker LR, Støvring J: Danish national guidelines for treatment of diverticular disease. *Dan Med J.* 2012, 59:4453.
22. Sartelli M., Weber D.G., Kluger Y. et. al. 2020 update of the WSES guidelines for the management of acute colonic diverticulitis in the emergency setting. *World J. Emerg. Surg.* 2020;15:32.
23. Van Loon YT, Van Erning FN, Maas HA, Stassen LPS, Zimmerman DDE. Primary Anastomosis Versus End-Ostomy in Left-Sided Colonic and Proximal Rectal Cancer Surgery in the Elderly Dutch Population: A Propensity Score Matched Analysis. *Ann Surg Oncol.* 2021 Nov;28(12):7450-7460. doi: 10.1245/s10434-021-09976-y. Epub 2021 Apr 25. PMID: 33899138; PMCID: PMC8519826.
24. T. Y. Vladimirova. Experience of psychological support of patients with intestinal stoma / // Issues of medical rehabilitation : A collection of scientific papers on the results of the Interregional Scientific and Practical Conference, Cheboksary, September 21, 2018. Chebok-



- sary: I.N. Ulyanov Chuvash State University, 2018. – pp. 58-61. – EDN
25. Algie, J.P.A., van Kooten, R.T., Tollenaar, R.A.E.M. et al. Stoma versus anastomosis after sphincter-sparing rectal cancer resection; the impact on health-related quality of life. *Int J Colorectal Dis* 37, 2197–2205 (2022). <https://doi.org/10.1007/s00384-022-04257-w>
26. YLYORN.Bezerra RP, Costa ACD, Santa-Cruz F, Ferraz ÁAB. Hartmann Procedure or resection with primary anastomosis for treatment of perforated diverticulitis? Systematic review and meta-analysis. *Arq Bras Cir Dig.* 2021 Jan 15;33(3):e1546. doi: 10.1590/0102-672020200003e1546. PMID: 33470376; PMCID: PMC7812685.
27. Current concept of diagnosis and treatment for complicated acute diverticulitis./ N. N. Khachatryan, M. D. Dibirov, A. A. Abdullaev et al. // *Infections in surgery.* – 2021. – Vol. 19, No. 3-4. – pp. 40-45. – EDN IUJQPO.
- sary: I.N. Ulyanov Chuvash State University, 2018. – pp. 58-61. – EDN
25. Algie, J.P.A., van Kooten, R.T., Tollenaar, R.A.E.M. et al. Stoma versus anastomosis after sphincter-sparing rectal cancer resection; the impact on health-related quality of life. *Int J Colorectal Dis* 37, 2197–2205 (2022). <https://doi.org/10.1007/s00384-022-04257-w>
26. YLYORN.Bezerra RP, Costa ACD, Santa-Cruz F, Ferraz ÁAB. Hartmann Procedure or resection with primary anastomosis for treatment of perforated diverticulitis? Systematic review and meta-analysis. *Arq Bras Cir Dig.* 2021 Jan 15;33(3):e1546. doi: 10.1590/0102-672020200003e1546. PMID: 33470376; PMCID: PMC7812685.
27. Current concept of diagnosis and treatment for complicated acute diverticulitis./ N. N. Khachatryan, M. D. Dibirov, A. A. Abdullaev et al. // *Infections in surgery.* – 2021. – Vol. 19, No. 3-4. – pp. 40-45. – EDN IUJQPO.

**Конфликт интересов.** Авторы статьи подтверждают отсутствие конфликта интересов, о котором необходимо сообщить.

**Коды ГРНТИ:**

76.29.39 хирургия

76.29.34 гастроэнтерология и гепатология

**Дата поступления:** 03.06.2024

**Подписана в печать:** 20.06.2024

# ДОКАЗАТЕЛЬНАЯ ХИРУРГИЯ ДИАСТАЗА ПРЯМЫХ МЫШЦ ЖИВОТА

# EVIDENCE-BASED SURGERY OF RECTUS ABDOMINIS DIASTASIS

**Нечай Т.В.<sup>1,2</sup>, Куперин А.С.<sup>1,2</sup>,  
Борисенко А.Г.<sup>1</sup>, Бения Т.Р.<sup>1</sup>,  
Мельников-Макарчук К.Ю.<sup>1</sup>,  
Гусев Л.Л.<sup>1,2</sup>, Сажин А.В.<sup>1</sup>**

**Nechay T.V.<sup>1,2</sup>, Kuperin A.S.<sup>1,2</sup>,  
Borisenko A.G.<sup>1</sup>, Beniia T.R.<sup>1</sup>,  
Melnikov-Makarchyk K.Yu.<sup>1</sup>,  
Gusev L.L.<sup>1,2</sup>, Sazhin A.V.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>ФГАОУ ВО «Российский Национальный  
Исследовательский Медицинский Университет  
им. Н.И. Пирогова» Министерства  
здравоохранения Российской Федерации.  
г. Москва 117513, ул. Островитянова д. 1.

<sup>1</sup>Pirogov Russian National  
Research Medical University.  
Ostrovitianov str. 1, Moscow,  
117513, Russia.

<sup>2</sup>Городская клиническая больница №1  
Департамента здравоохранения г. Москвы.  
г. Москва 119049, Ленинский просп., 8, корп. 1.

<sup>2</sup>Municipal Clinical  
Hospital No. 1.  
Lenin avenue, 8 bld 1.

Ответственный за корреспонденцию

Contact person:

*Тарас Вячеславович Нечай, д.м.н.,  
профессор кафедры факультетской хирургии,  
заместитель директора НИИ Клинической хирургии  
ФГАОУ ВО «Российский Национальный  
Исследовательский Медицинский Университет им.  
Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения  
Российской Федерации, врач-хирург ГКБ №1 им. Н.И.  
Пирогова г. Москвы. г. Москва, ул. Островитянова, 1.  
tnechay@mail.ru. +7 (926) 8146829.  
ORCID 0000-0003-0769-5282  
Scopus ID 57203221629  
SPIN-код: 5749-8470  
AuthorID: 649933*

*Taras Nechay,  
Professor of the Faculty  
Surgery Department, Deputy Director  
of the Research Institute of Clinical  
Surgery at the Pirogov Russian  
National Research Medical University.  
Surgeon at the Moscow  
City Clinical Hospital No.1, MD, PhD.  
Moscow, Ostrovityanova str. 1*

Сведения об авторах:

Information about the authors:

*Александр Сергеевич Куперин,  
аспирант кафедры факультетской хирургии №1  
ФГАОУ ВО «Российский Национальный  
Исследовательский Медицинский Университет  
им. Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения  
Российской Федерации, врач-хирург ГКБ №1 им.  
Н.И. Пирогова г. Москвы.  
alexandrkuiperin@gmail.com  
ORCID 0009-0000-5661-3533*

*Alexander Kuperin,  
postgraduate student of the  
Department of Faculty Surgery  
at the Pirogov Russian National  
Research Medical University. Surgeon  
at the Moscow City Clinical  
Hospital No.1.*

Алина Георгиевна Борисенко,  
студентка 4-го курса ФГАОУ ВО «Российский  
Национальный Исследовательский Медицинский  
Университет им. Н.И. Пирогова» Министерства  
здравоохранения Российской Федерации.

Alina Borisenko,  
fourth-year student at the  
Pirogov Russian National  
Research Medical University.

Тамари Роландовна Бения,  
студентка 6-го курса ФГАОУ ВО «Российский  
Национальный Исследовательский Медицинский  
Университет им. Н.И. Пирогова» Министерства  
здравоохранения Российской Федерации.  
tamaribenii@gmail.com  
ORCID 0009-0007-8636-6415

Tamari Beniia,  
6th year student at the Pirogov  
Russian National Research  
Medical University.

Кирилл Юрьевич Мельников-Макарчук,  
к.м.н., ассистент кафедры факультетской хирургии  
№1 ФГАОУ ВО «Российский Национальный  
Исследовательский Медицинский Университет  
им. Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения  
Российской Федерации, врач-хирург ГКБ №12 им.  
В.М. Буянова г. Москвы.  
worker.gq@yandex.ru  
ORCID 0000-0003-1678-413X  
SPIN-код: 5065-5813  
AuthorID: 1239497

Kirill Melnikov-Makarchyk,  
Assistant of the Faculty Surgery  
Department at the Pirogov  
Russian National Research Medical  
University. Surgeon at the Moscow  
City Clinical Hospital No.12, PhD.

Лев Леонидович Гусев,  
к.м.н., доцент кафедры факультетской хирургии №1  
ФГАОУ ВО «Российский Национальный  
Исследовательский Медицинский Университет им.  
Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения  
Российской Федерации, заведующий хирургическим  
отделением №2 ГКБ №1 им. Н.И. Пирогова г. Москвы.  
gusevlev@mail.ru  
SPIN-код: 2357-4680  
AuthorID: 816562

Lev Gusev,  
Associate Professor of the Department  
of Faculty Surgery at the  
Pirogov Russian National Research  
Medical University. Head of  
surgical department No. 2  
at the Moscow City Clinical Hospital No.1, PhD.

Александр Вячеславович Сажин,  
д.м.н., чл.-корр РАН, директор НИИ Клинической  
хирургии, заведующий кафедрой факультетской  
хирургии №1 ФГАОУ ВО «Российский Национальный  
Исследовательский Медицинский Университет  
им. Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения  
Российской Федерации.  
sazhin-av@yandex.ru  
ORCID 0000-0001-6188-6093  
Scopus ID 6701753208  
SPIN-код: 7064-6369  
AuthorID: 210014

Alexander Sazhin, Professor,  
Head of the Department of Faculty  
Surgery №1, Director of the  
Research Institute of Clinical Surgery  
at the Pirogov Russian National  
Research Medical University,  
corresponding member of RAS, MD.

**Реферат Abstract**

Диастаз прямых мышц является актуальной проблемой современной герниологии. В представленном систематическом обзоре описаны современные рекомендации различных герниологических сообществ по определению, диагностике, классификации, консервативному и хирургическому лечению диастаза. На основании собранного обширного материала даны сведения об этиопатогенезе заболевания, а также предоставлено подробное описание современных хирургических методик устранения диастаза и тактики ведения при развитии осложнений. В резюме статьи приведён лечебный алгоритм, основанный на доказательных данных, полученных в ходе систематического обзора.

Diastasis of rectus muscles is an urgent problem of modern herniology. The presented systematic review describes the current recommendations of herniology societies on the definition, diagnosis, classification, conservative and surgical treatment of diastasis. On the basis of the collected extensive material, information about the etiopathogenesis of the disease is given, as well as a detailed description of modern surgical techniques to eliminate diastasis and tactics in the development of complications. The article is summarized with a treatment algorithm based on the evidence obtained in a systematic review.

**Ключевые слова: Key words:**

Диастаз прямых мышц, лечение диастаза, физиотерапия при диастазе, хирургическая коррекция диастаза, послеродовой диастаз.

Diastasis of rectus muscles, diastasis treatment, physiotherapy for diastasis, surgical correction of diastasis, postpartum diastasis.

**Введение**

Диастаз прямых мышц (синонимы: диастаз белой линии, диастаз живота, абдоминальная протрузия) – это анатомическое определение патологического состояния, связанного с расхождением прямых мышц живота друг от друга на аномальное расстояние [1,2]. Приобретённый диастаз это полиэтиологическое заболевание, развивающееся под воздействием группы факторов, направленных на растяжение белой линии на фоне ослабления её прочностных и эластических свойств вследствие морфологических изменений.

Диастаз прямых мышц (ДПМ) относится к распространенным заболеваниям. Необратимое стойкое растяжение белой линии после беременности и родов развивается у 60% женщин. У мужчин частота развития заболевания ниже и, как правило, сопутствует вентральной грыже [3]. Истинная частота патологии может быть выше по причине отсутствия клинических проявлений у многих пациентов. ДПМ по определению не является грыжей белой линии, т.к. дефект в её апоневротической части отсутствует, однако, лечение симптоматического

диастаза проводится в большинстве случаев хирургом-герниологом или пластическим хирургом.

Несмотря на широкую распространённость патологии, к настоящему времени опубликованы только немногочисленные высокодоказательные исследования, нацеленные на изучение этиологических факторов, диагностических и лечебных подходов к лечению абдоминальной протрузии.

**Цель**

Цель литературного обзора – представить комплексный взгляд на проблему диастаза с позиций современной доказательной герниологии.

**Материалы и методы**

В качестве основных литературных источников для представленного обзора в вопросах диагностики, консервативного и хирургического лечения, послеопера-



ционной реабилитации были выбраны клинические рекомендации Европейского герниологического общества (EHS – European Hernia Society) 2021 года [3] и совместные рекомендации немецкого герниологического общества (German Hernia Society (DHG)) и международного эндогерниологического общества (International Endohernia Society (IEHS)) 2019 года [2].

Для поиска данных по вопросам, не представленным в рекомендациях (показания, режим и длительность ношения бандажа, методы коррекции диастаза при планируемой беременности) был проведён литературный поиск в базе данных PubMed по ключевым словам: Diastasis recti (definition / management / treatment) и Rectus abdominis diastasis (definition / management / treatment). Критериями не включения статей для вынесения рекомендаций были следующими:

- Тезисы
- Работы на любом другом языке, кроме русского и английского
- Работы, не содержащие статистической обработки
- Работы, описывающие клинические случаи и серии случаев.

## Результаты

### Анатомическое определение

Белая линия представляет собой слияние апоневрозов трёх боковых мышц живота – наружной и внутренней косой и поперечной после образования ими влагалищ прямых мышц [4,5]. Данные о величине расстояния между прямыми мышцами, превышение которого можно было бы назвать патологическим состоянием, противоречивы и вариабельны в разных исследованиях. Это происходит по причине отсутствия точного определения анатомической нормы, как и унифицированного подхода относительно вертикального уровня измерения расстояния между прямыми мышцами [3,6].

В исследовании Beeg GM (2009) нормальная величина белой линии у нерожавших женщин в возрасте от 20 до 45 лет с индексом массы тела <30 составляла до 15 мм в области мечевидного отростка, до 22 мм на 3 см выше пупка и до 16 мм на 2 см ниже пупка [6]. В другом анатомическом исследовании ширина linea alba составляла от 11 до 21 мм при измерении от мечевидного отростка до пупка и уменьшалась от 11 до 2 мм при измерении от пупка до лобкового симфиза. Наконец, в третьем определены отличия в зависимости от возраста: в возрасте <45 лет диастаз определялся как расхождение >10 мм над пупком, 27 мм у пупочного кольца и 9 мм ниже пупка, в возрасте >45 лет диастаз определялся как расхождение >15 мм над пупком, 27 мм у пупочного кольца и 14 мм ниже пупка [7].

Одна из наиболее широко применяемых классификаций Beeg определяет нормальную ширину белой линии (в пределах 10 и 90 перцентилей) следующим образом – 15 мм под мечевидным отростком, 22 мм на 3 см выше пупка и 16 мм на 2 см ниже пупка [6]. В гайдлайне DHS & IEHS

патологическим принято расстояние более 2 см на любом уровне [2].

Несмотря на то, что в большинстве работ патологическим принято считать расстояние между прямыми мышцами более 2 см, клинически-значимый диастаз может проявляться и при меньшем расстоянии, в зависимости от морфологических характеристик пациента. Так, в исследовании Keshwani N (2018) 32 женщин с симптомами диастаза медиана расстояния между прямыми мышцами была 2,97 с учетом межквартильного размаха 1,65 см [8].

### Этиология

Формирование брюшной стенки представляет собой циркулярное схождение цефалических, каудальных и боковых складок брюшной стенки в направлении к пупку [9]. До настоящего времени нет единого взгляда на то, является ли внешнее проявление диастаза следствием растяжения только белой линии, или несостоятельности всей брюшной стенки, её формирующей. Особенности эмбриогенеза могут вносить свой вклад в анатомию брюшной стенки, и проявляться под действием внешнего воздействия. В ретроспективном обзоре изображений, полученных с помощью компьютерной томографии (КТ), Cavalli M (2021) оценена роль апоневроза внутренней косой мышцы. В классических представлениях этот слой разделяется на передний и задний у полулунной линии, когда он оборачивается вокруг прямой мышцы живота, участвуя в формировании переднего и заднего листка её влагалища. Дальнейший анализ показал, что передние и задние компоненты листков апоневроза внутренней косой мышц определялись у большинства испытуемых, однако у 11 из 100 человек присутствовал только задний. Диастаз белой линии был отмечен у 23 из 89 (26%) пациентов с классическим фасциальным расщеплением, и у всех 11 (100%) пациентов с наличием только заднего компонента [10].

Эластичность и толщина тканей вдоль белой линии неодинакова. По данным Axer H (2001) толщина linea alba варьировалась от 900 до 1200 микрометров между мечевидным отростком и пупком и увеличивалась от 1700 до 2400 микрометров от пупка до лобкового симфиза [9]. Биомеханические тесты продемонстрировали, что ткани под пупком испытывают большую растяжимость, чем над ним. Этим можно было бы объяснить большую встречаемость диастаза в эпигастральной области, если бы не схожие значения сопротивляемости нагрузкам растяжения и разрыва, показанные в тех же работах [7].

Растяжение белой линии и снижение её прочностных свойств происходит под действием различных факторов, большинство из которых сводится к повышению внутрибрюшного давления – поднятие тяжестей, тяжёлые физические нагрузки, спорт, многоплодная беременность или беременность большим плодом [1]. Последняя является наиболее распространённой. Mota P (2018) сравнивал межмышечное расстояние у женщин во вре-

мя беременности и после родов. Если во время беременности оно варьировалось от 44 до 86 мм в различных точках выше и ниже пупка, то через шесть месяцев после родов сократилось до 9 до 28 мм в тех же точках [11]. В другой работе диастаз был выявлен у 100% женщин на 35-й неделе беременности и у 39% спустя шесть месяцев после родов. Индекс массы тела (ИМТ) до беременности, прибавка в весе, вес ребёнка при рождении или окружность живота не отличались между женщинами с диастазом и без него в шесть месяцев после родов [12]. В исследовании Sperstad JB (2016) [13] наблюдали 300 первородящих до 12 месяцев после родов. Диастаз был выявлен у 33.1%, 60.0%, 45.4%, и 32.6% на 21 неделе гестации, через 6 недель, 6 месяцев и 12 месяцев после родов. В работе Glupre S (2018) отметила частоту встречаемости диастаза в 55.4% через 6 недель после родов [14]. Резюмированы эти измерения в гайдлайнах: во время беременности белая линия растягивается до 49-79 мм под пупком, до 54-86 мм на 2 см выше пупка и 44-79 на 5 см в эпигастрии. Через 6 месяцев после родов ширина белой линии остается на уровне 9-21, 17-28 и 12-24 мм соответственно, практически никогда не возвращаясь к исходным значениям [2,3].

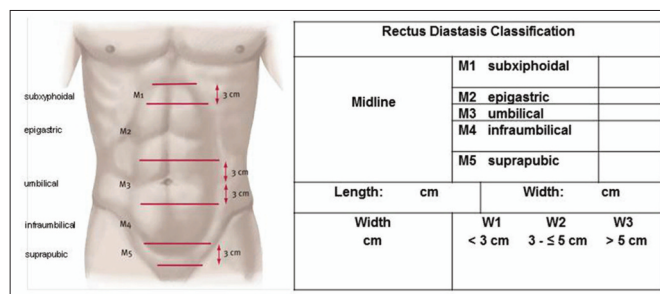
Другая причина изменения эластико-прочностных свойств белой линии – перенесенная лапаротомия, после которой диастаз может сопровождаться грыжей [5]. Риск развития ДПМ выше при наличии приобретённых (аневризма аорты, варикозная болезнь) и врождённых дисплазий соединительной ткани (с-м Марфана, Элерса-Данло) [3,15].

Выделяют двух «типичных» представителей пациентов с диастазом: 1. Мужчины среднего возраста, страдающие ожирением центрального типа и 2. Невысокого роста спортивного телосложения худые женщины после беременности двойней или большим плодом.

## Классификация

Диастаз может быть врождённым заболеванием (реже) и приобретённым состоянием (большинство случаев), сопровождаться клиническими симптомами (боли в спине и нарушение тазовых функций – при исключении других причин), или быть бессимптомным. Наиболее обширную классификацию диастаза, учитывающую 10 параметров, разработало международное общество эндоскопической герниологии (IEHS) (Reinpold). В отношении расположения и ширины диастаза эта классификация повторяет классификацию послеоперационных грыж (Рис. 1). Полный диагноз в соответствии с этой классификацией, помимо топического определения может включать: количество беременностей и наличие многоплодных, тип сопутствующей грыжи, наличие и вид предшествующих герниопластик, состояние кожи (показатель S – наличие или отсутствие растяжек и степень растяжения кожи) и способ установки диагноза (клинический диагноз, УЗИ, КТ / МРТ).

Используют также трехбуквенную классификация EHS



**Рис. 1.** Классификация диастаза прямых мышц IEHS (фрагмент) [2].

(Granados), которая включает параметр – Т (тип диастаза Т1 после беременности, Т2 с абдоминальным ожирением) и Н – наличие сопутствующей пупочной и/или эпигастральной грыжи (Но – без грыжи, Н1 – наличие грыжи). Ширина диастаза (D) измеряется по расстоянию между прямыми мышцами D1 – менее 3 см, D2 – 3-5 см и D3 – более 5 см.

## Клиническая картина и диагностика

Значительное расхождение прямых мышц приводит к нарушению механики и кинематики брюшной стенки и может сопровождаться, помимо очевидного косметического дефекта, болями в спине и нарушением тазовых функций. Диагностика диастаза, как правило, не представляет сложностей. При подъёме головы в положении лежа или попытке скручивания вперёд (подъём туловища на локтях), при наличии диастаза сокращение прямых мышц приводит к очевидному веретенообразному дефекту между ними с пролабированием содержимого брюшной полости через истончённую и расширенную белую линию в виде характерного горба или гребня (Рис. 2).



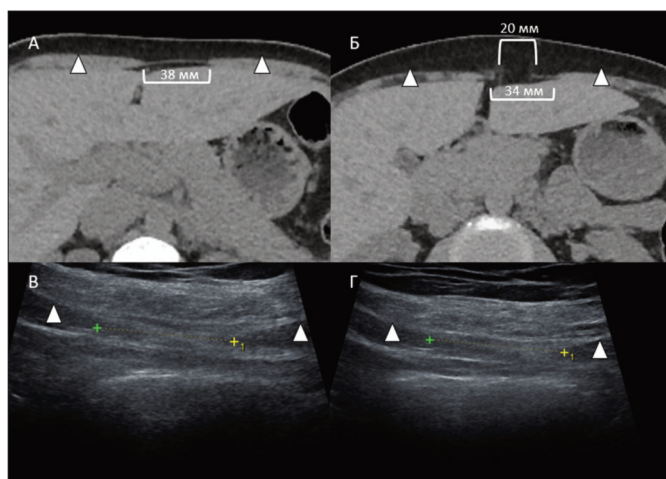
**Рис. 2.** Пациент с диастазом прямых мышц IEHS M1-4W3 и послеоперационной вентральной грыжей M3W2R1 в позиции

Обычно не требуется исследований в дополнительных позициях пациента, однако, некоторые исследователи



описывают трехступенчатый алгоритм осмотра пациента – стоя, сидя на стуле и лежа, сгибаясь [16].

Точную топическую диагностику ширины диастаза, а также дополнительные возможности для диагностики сопутствующих грыж белой линии предоставляют УЗИ и КТ. Первый метод рекомендован также для использования в динамике у пациентов, проходящих курс физических упражнений для оценки эффекта [17,18]. В опытных руках УЗИ является точным методом диагностики, приближающимся по информативности к КТ и МРТ. Последние предоставляют больше данных об анатомии передней брюшной стенки, дают возможность неограниченного числа измерений, помогают обнаружить грыжи редких локализаций и атрофию мышц, что необходимо учитывать при выборе хирургической тактики (рис. 3).



**Рис. 3.** Инструментальные методы исследования при диастазе. А, Б – компьютерная томография. А – диастаз прямых мышц (обозначены белыми треугольниками) 38 мм, Б – грыжа белой линии, дефект 20 мм на фоне диастаза 34 мм. В, Г – УЗИ. Диастаз прямых мышц (белые треугольники) обозначен крестиками. Ширина белой линии 24 и 27 мм на разных уровнях измерения (В – 3 см ниже мечевидного отростка, Г – 3 см выше пупка)

Важным в вопросах диагностики диастаза является качество восприятия собственного тела. Как отмечалось ранее, косметически выраженный диастаз у худых спортивного телосложения женщин может развиваться при расстоянии между прямыми мышцами менее 2 см.

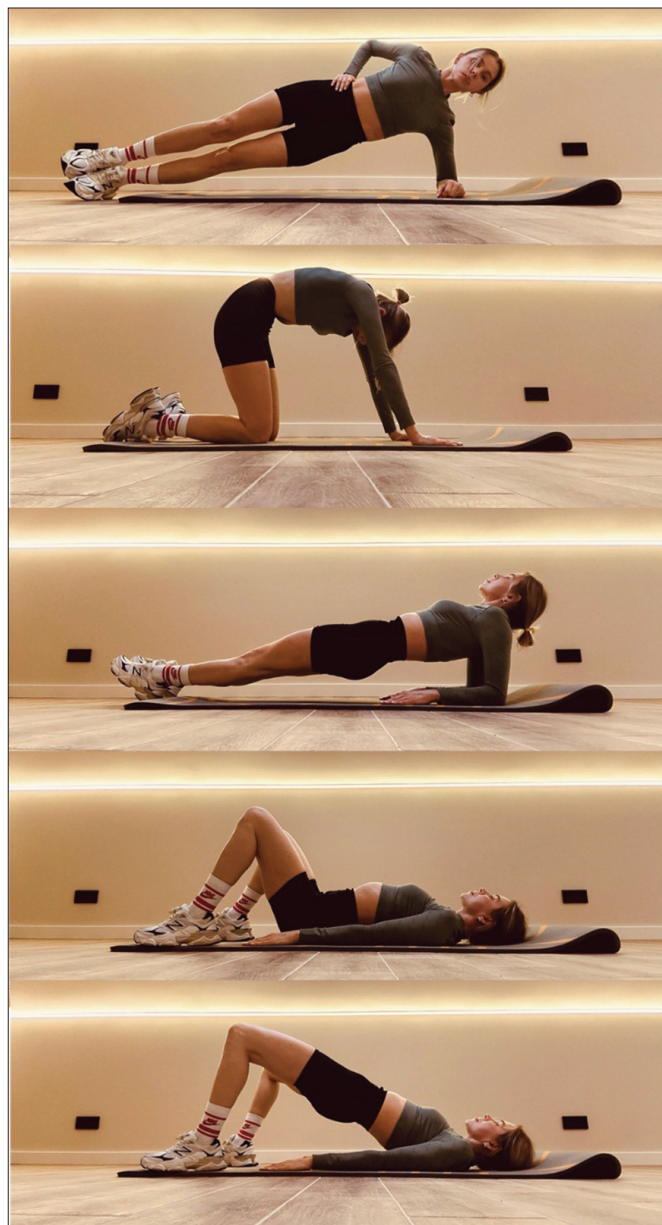
## Лечение

Существующие клинические руководства по лечению диастаза не могут предоставить утверждения первого уровня доказательности по широкому кругу вопросу консервативного и хирургического лечения. Это происходит вследствие одновременного существования большого количества способов хирургического лечения на фоне малого числа рандомизированных исследований, оценивающих эффективность и безопасность каждого из них. Значительное количество работ представ-

ляет собой ретроспективное изучение небольших групп пациентов.

## Физиотерапия и упражнения

Консервативное лечение, включающее ношение бандажа и упражнения на мышцы туловища и снижение веса, рекомендуются в качестве терапии первой линии в гайдлайнах [3]. Примерный набор упражнений включающий боковую планку, вакуум (кошка), обратную планку и ягодичный мостик, представлен на рис. 4.



**Рис. 4.** Упражнения для укрепления мышц туловища.

Такие системные тренировки до беременности могут снизить риск развития послеродового диастаза, а после родов – теоретически уменьшить его выраженность. В систематическом обзоре эффективности упражнений в антенатальный период было найдено только 4 исследования (228 пациентов). Завершенный предгравидарный курс упражнений статистически значимо снижал риск



развития ДПМ (относительный риск [ОР] 0.65, 95% ДИ 0.46–0.92) [19].

В то же время, тренировки после родов, несмотря на то, что были описаны многочисленные программы упражнений для укрепления прямых мышц, не показали, по данным Benjamin DR (2014) значимую эффективность. Вне зависимости от того, занимались ли женщины с тренером / реабилитологом, или самостоятельно. Проведённый систематический обзор [19] предоставил данные о трёх исследованиях посвящённых этому вопросу с единственным РКИ Gluppe SL (2018). В последнем 175 первородящих были случайным образом распределены на группу с отсутствием физических упражнений или в группу с четырехмесячным курсом из 6 упражнений, который начинался через шесть недель после родов. Измерения межмышечного расстояния проводилось на 4,5 см выше и ниже пупка. На момент начала исследования 55,2 и 54,5 % пациенток имели признаки ДПМ. Через 6 и 12 месяцев после родов не было выявлено существенных различий в ширине белой линии между группой, которая занималась спортом, и группой, которая не занималась [14].

Была предпринята попытка математического анализа имеющейся доказательной базы. В систематический обзор и мета-анализ эффективности физических упражнений, направленных на мышцы тазового дна и поперечную мышцу относительно частоты и выраженности послеродового диастаза вошло 7 исследований (381 пациент). В результате отмечено среднее снижение расстояния между прямыми мышцами на 0.63 см (MD = -0.63 см, 95% ДИ: -1.25, -0.01, I<sup>2</sup> = 0%). Авторы указали, что в настоящему времени все имеющиеся доказательства эффективности физических упражнений для лечения диастаза очень низкого качества [20].

На этом основании Hernandez-Granados P (2021) в гайдлайнах EHS относительно физических упражнений предоставляет следующую формулировку: «Не существует стандартной схемы физиотерапии при ДПМ. Не известно, могут ли упражнения уменьшить симптомы и улучшить качество жизни. Физиотерапию можно проводить перед хирургическим лечением» [3].

## Хирургическое лечение

Хирургическое лечение, включающее различные методы алло- или аутопластики белой линии с или без абдоминопластикой рекомендуется пациентам после неэффективного курса консервативного лечения продолжительностью не менее 6 недель. Выбор метода пластики зависит от многих факторов, включающих, но не ограниченных следующими:

1. Возраст
2. Пол
3. Индекс массы тела
4. Степень выраженности диастаза
5. Наличие рубцов на передней брюшной стенке
6. Наличие избыточной растянутой кожи и выраженности подкожной жировой клетчатки

7. Наличие сопутствующей первичной или послеоперационной грыжи

8. Планирование в будущем беременности

9. Наличие иммуносупрессии

Рядом исследований ставится под сомнение необходимость хирургической коррекции небольшого диастаза в целом [1,21]. В этом случае к перечисленным выше прибавляется следующие факторы – желание пациента, уровень восприятия собственного тела и качество жизни.

## Методы хирургической коррекции диастаза

Существует множество методов непосредственной коррекции диастаза – различные варианты швов, методов пликаций, включающие формирование одного или нескольких слоёв, выполняемых открытым доступом или эндо- лапароскопически. Все они могут быть дополнены укреплением зоны ушивания сеткой различного размера и положения [22,23]. Большинство из описанных методов представляет собой пликацию белой линии, которая сама по себе представляется достаточно надёжной относительно рецидивов при диастазе лёгкой и средней степени. Отдельными авторами при потере каркасной функции описывается необходимость дополнительной поперечной пликации апоневроза для восстановления естественного контура живота.

Все операции при диастазе можно разделить на две большие группы – надапоневротические (в этом случае пластика производится со стороны переднего листка в подкожной клетчатке) и подапоневротические (при этом доступ к белой линии осуществляется со стороны брюшной полости или брюшной стенки – через влагалище прямых мышц). Существуют многочисленные модификации надапоневротических пластик:

- ELAR — Endoscopic-assisted Linea Alba Reconstruction — Эндоскопически ассистированная реконструкция белой линии
  - MILAR — Minimal Invasive Linea Alba Reconstruction — минимально инвазивная реконструкция белой линии
  - TESLAR — Total Endoscopic-assisted Linea Alba Reconstruction — тотальная эндоскопически-ассистированная реконструкция белой линии
  - FESSA — Full Endoscopic Suprapubic Subcutaneous Access — Полный эндоскопический надлобковый подкожный доступ
  - REPA — preaponeurotic endoscopic repair — преапоневротический эндоскопический доступ/пластика
  - SCOLA — subcutaneous onlay laparoscopic approach — подкожный лапароскопический доступ/пластика
  - SCOM — Laparoscopic subcutaneous onlay mesh repair — лапароскопическая подкожная аллопластика, и другие.
- Это множество названий представляет собой, по сути, одну операцию – надапоневротическую пластику с небольшими отличиями между собой в доступе и технике выполнения и практически полным их отсутствием в результатах. По этой причине Malcher F в 2021 году предложил для всех этих вмешательств унифицированный термин – ENDoscopic Onlay Repair (ENDOR) [24].

Одной из наиболее распространённых миниинвазивных методик пластики апоневроза является пликация белой линии, выполняемая в надпоясничном слое при помощи троакаров, установленных над лоном – операция SCOLA. Этот способ отличается сравнительной простотой выполнения, хорошим косметическим результатом, применим у женщин с первичным и послеродовым диастазом, ИМТ менее 25, без сопутствующих грыж или с первичными грыжами менее 2 см в диаметре и без показаний к абдоминопластике.

К подпоясничным пластикам относятся открытая и эндоскопическая предбрюшинная пластика, открытая ретромускулярная пластика (операция Rives-Stoppa), интраабдоминальная эндоскопическая пластика (IPOM) и расширенная тотальная экстраперитонеальная (eTEP) и другие.

Пликация с аугментацией сеткой [25,26] обычно рассматривается для диастаза средней степени и тяжёлого, а также – всегда – при наличии сопутствующей послеоперационной грыжи более 2 см. При этом виде диастаза и наличии сопутствующих грыж могут быть выполнены различные хирургические пособия, а сетка может быть установлена в различных слоях передней брюшной стенки от onlay до intraperitoneal, обсуждение которых выходит за рамки этого обзора.

Эндоскопическая пластика обладает явными преимуществами над открытой с точки зрения косметического результата и очевидными с позиций уменьшения количества раневых осложнений. К настоящему времени данных для вынесения рекомендаций высокого уровня недостаточно. В систематическом обзоре El-Hawary H (2021) 28 исследований различного дизайна, в которых сравнивались открытые и лапароскопические методы, открытые операции сопровождались значительно более высокой частотой раневых осложнений и гематом, но значительно более низкой частотой образования послеоперационных сером. Однако, что особенно важно, частота рецидивов диастаза была одинаковой для открытых и лапароскопических методов лечения (0,22 против 0,63%) [27]. Однако, в другом систематическом обзоре вариантов лечения не было достигнуто чёткого консенсуса относительно оптимального лечения [23]. В обзор вошли 20 исследований и 1691 пациент, которым было выполнено восстановление белой линии. Открытые методы лечения были использованы в 85% случаев. Различий в частоте осложнений и рецидивов при открытой операции по сравнению с лапароскопическими методиками не было. Необходимо учитывать, что выводы обоих систематических обзоров могут быть скомпрометированы высоким уровнем гетерогенности включенных исследований.

В отношении техники пликации не найдено преимуществ у какого-либо вида шва – непрерывного, узлового, одно- или двухслойного [28], или нити – медленно- или нерассасывающейся [29]. Оптимальным выглядит пликация в один слой нерассасывающейся или медленно-рассасывающейся нитью 0 или нерассасывающейся нитью 2-0.

Хирургия сопутствующей диастазу послеоперационной грыжи ставит ее во главу угла относительно размера и расположения сетки. Известно, что реконструкция только грыжи, без коррекции диастаза, сопровождается высоким уровнем рецидивов из-за нарушения кинематики и сохранения центробежного от зоны ушивания направления действующих механических сил.

В соответствии с вышеизложенной концепцией тактических подходов, возможный алгоритм лечения диастаза можно представить следующим образом (рис. 5).

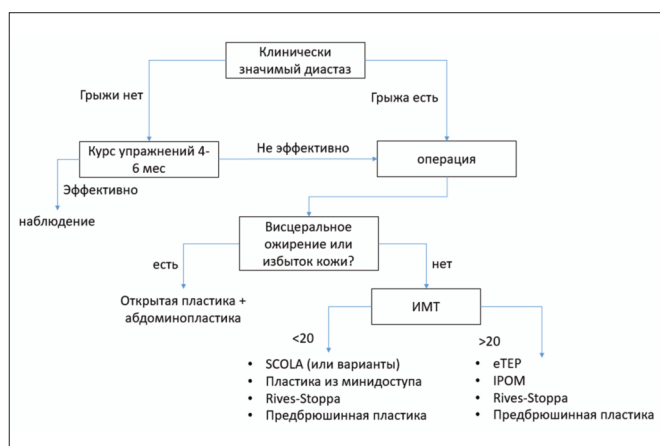


Рис. 5. Лечебный алгоритм при диастазе белой линии

## Рецидивы

Многими авторами указывается на отсутствие стандартных и общепотребительных инструментов оценки результатов хирургической коррекции диастаза, что также затрудняет их сравнение между собой.

По этой причине частота рецидивов диастаза варьирует в широких пределах в разных исследованиях. В одних работах обсуждается исчезающе малая частота рецидивов (0,22-0,63%) [27], в то время как в других указываются неприемлемо высокие цифры – 40% [22]. При детальном рассмотрении последних, частота рецидивов выглядит закономерной, так как описана для пациентов, которым выполнен неадекватный объем операции, например, аутопластика при наличии сопутствующей послеоперационной грыжи. Другим фактором, влияющим на высокую частоту рецидивов в отдельных исследованиях, является терминологическая путаница относительно того, что считать рецидивом диастаза – расширение белой линии до аномальных значений (истинный рецидив), или любое расширение белой линии относительно ширины, достигнутой тотчас после операции. В последнем случае в оценке качества лечения важное значение имеют качество жизни и показатели физической активности пациента. При высоких (относительно показателей до операции) значениях качества жизни и удовлетворённости пациентов результатами операции с позиций восприятия собственного тела, диагноз клинического рецидива не устанавливается, а незначительное расширение белой линии расценивается как физиологическое и требует наблюдения, а не хирургической коррекции.

## Послеоперационное наблюдение

Независимо от метода хирургического вмешательства, восстановление белой линии является безопасным и эффективным лечением, которое способствует значимому улучшению функциональных и косметических результатов. В большинстве исследований, оценивавших функциональные способности и качество жизни, было отмечено значительное улучшение функциональных показателей. Хирургическое восстановление позволяет улучшить самооценку физической функции, силу мышц брюшного пресса, осанку, а также улучшить удержание мочи и уменьшить боли в пояснице [30].

В послеоперационном периоде всем пациентам рекомендовано ограничение физических нагрузок (до 6 недель) и ношение бандажа. Продолжительность последнего не исследовалась в высокодоказательных исследованиях и до сих пор не определена.

Также не известна роль метода пластики в вопросе планируемой беременности. Имеющаяся доказательная база представляет собой единичные работы низкого уровня – наблюдения отдельных случаев, где беременность

после редукции диастаза с аллопластикой закончилась благополучно [31]. Теоретически, ограничением к беременности могут служить только аллопластика большими сетками, которые могут уменьшать эластичность передней брюшной стенки. Общая рекомендация в настоящее время предписывает 2-х летний период реабилитации от пластики до беременности [32]. По этому вопросу необходимы дополнительные исследования.

## Выводы

Диастаз прямых мышц является распространённой и, по-видимому, недооценённой проблемой. Тактика лечения зависит от многих факторов, которые должны оцениваться в совокупности и во взаимодействии с пациентом. Эндоскопические методы коррекции диастаза имеют определённые преимущества над открытыми относительно раневых осложнений и значимые – с позиций косметического эффекта.

### Литература:

1. Akram J, Matzen SH. Rectus abdominis diastasis. J Plast Surg Hand Surg. 2014 Jun;48(3):163-9. doi: 10.3109/2000656X.2013.859145
2. Reinhold W, Köckerling F, Bittner R. et al. Classification of Rectus Diastasis-A Proposal by the German Hernia Society (DHG) and the International Endohernia Society (IEHS). Front Surg. 2019 Jan 28;6:1. doi: 10.3389/fsurg.2019.00001.
3. Hernández-Granados P, Henriksen NA, Berrevoet F, et al. European Hernia Society guidelines on management of rectus diastasis. Br J Surg. 2021 Oct 23;108(10):1189-1191. doi: 10.1093/bjs/znab128
4. Digilio MC, Capolino R, Dallapiccola B. Autosomal dominant transmission of nonsyndromic diastasis recti and weakness of the linea alba. Am J Med Genet A. 2008 Jan 15;146A(2):254-6. doi: 10.1002/ajmg.a.32044.
5. Brauman D. Diastasis recti: clinical anatomy. Plast Reconstr Surg. 2008 Nov;122(5):1564-1569. doi: 10.1097/PRS.0b013e3181882493.
6. Beer GM, Schuster A, Seifert B, Manestar M, Mihic-Probst D, Weber SA. The normal width of the linea alba in nulliparous women. Clin Anat. 2009 Sep;22(6):706-11. doi: 10.1002/ca.20836.
7. Rath AM, Attali P, Dumas JL, Goldlust D, Zhang J, Chevrel JP. The abdominal linea alba: an anatomo-radiologic and biomechanical study. Surg Radiol Anat. 1996;18(4):281-8. doi: 10.1007/BF01627606
8. Keshwani N, Mathur S, McLean L. Relationship Between Interrectus Distance and Symptom Severity in Women With Diastasis Recti Abdominis in the Early Postpartum Period. Phys Ther. 2018 Mar 1;98(3):182-190. doi: 10.1093/ptj/pzx117.
9. Axer H, Keyserlingk DG, Prescher A. Collagen fibers in linea alba and rectus sheaths. I. General scheme and morphological aspects. J Surg Res. 2001 Mar;96(1):127-34. doi: 10.1006/jsre.2000.6070
10. Cavalli M, Aiolfi A, Bruni PG, et al. Prevalence and risk factors for diastasis recti abdominis: a review and proposal of a new anatomical variation. Hernia. 2021 Aug;25(4):883-890. doi: 10.1007/s10029-021-02468-8.
11. Mota P, Pascoal AG, Carita AI, Bø K. Normal width of the inter-recti

### References:

1. Akram J, Matzen SH. Rectus abdominis diastasis. J Plast Surg Hand Surg. 2014 Jun;48(3):163-9. doi: 10.3109/2000656X.2013.859145
2. Reinhold W, Köckerling F, Bittner R. et al. Classification of Rectus Diastasis-A Proposal by the German Hernia Society (DHG) and the International Endohernia Society (IEHS). Front Surg. 2019 Jan 28;6:1. doi: 10.3389/fsurg.2019.00001.
3. Hernández-Granados P, Henriksen NA, Berrevoet F, et al. European Hernia Society guidelines on management of rectus diastasis. Br J Surg. 2021 Oct 23;108(10):1189-1191. doi: 10.1093/bjs/znab128
4. Digilio MC, Capolino R, Dallapiccola B. Autosomal dominant transmission of nonsyndromic diastasis recti and weakness of the linea alba. Am J Med Genet A. 2008 Jan 15;146A(2):254-6. doi: 10.1002/ajmg.a.32044.
5. Brauman D. Diastasis recti: clinical anatomy. Plast Reconstr Surg. 2008 Nov;122(5):1564-1569. doi: 10.1097/PRS.0b013e3181882493.
6. Beer GM, Schuster A, Seifert B, Manestar M, Mihic-Probst D, Weber SA. The normal width of the linea alba in nulliparous women. Clin Anat. 2009 Sep;22(6):706-11. doi: 10.1002/ca.20836.
7. Rath AM, Attali P, Dumas JL, Goldlust D, Zhang J, Chevrel JP. The abdominal linea alba: an anatomo-radiologic and biomechanical study. Surg Radiol Anat. 1996;18(4):281-8. doi: 10.1007/BF01627606
8. Keshwani N, Mathur S, McLean L. Relationship Between Interrectus Distance and Symptom Severity in Women With Diastasis Recti Abdominis in the Early Postpartum Period. Phys Ther. 2018 Mar 1;98(3):182-190. doi: 10.1093/ptj/pzx117.
9. Axer H, Keyserlingk DG, Prescher A. Collagen fibers in linea alba and rectus sheaths. I. General scheme and morphological aspects. J Surg Res. 2001 Mar;96(1):127-34. doi: 10.1006/jsre.2000.6070
10. Cavalli M, Aiolfi A, Bruni PG, et al. Prevalence and risk factors for diastasis recti abdominis: a review and proposal of a new anatomical variation. Hernia. 2021 Aug;25(4):883-890. doi: 10.1007/s10029-021-02468-8.
11. Mota P, Pascoal AG, Carita AI, Bø K. Normal width of the inter-recti



- distance in pregnant and postpartum primiparous women. *Musculoskelet Sci Pract.* 2018 Jun;35:34-37. doi: 10.1016/j.msksp.2018.02.004
12. Boissonnault JS, Blaschak MJ. Incidence of diastasis recti abdominis during the childbearing year. *Phys Ther.* 1988 Jul;68(7):1082-6. doi: 10.1093/ptj/68.7.1082.
13. Sperstad JB, Tennfjord MK, Hilde G, et al. Diastasis recti abdominis during pregnancy and 12 months after childbirth: prevalence, risk factors and report of lumbopelvic pain. *Br J Sports Med.* 2016 Sep;50(17):1092-6. doi: 10.1136/bjsports-2016-096065
14. Gluppe SL, Hilde G, Tennfjord MK, et al. Effect of a Postpartum Training Program on the Prevalence of Diastasis Recti Abdominis in Postpartum Primiparous Women: A Randomized Controlled Trial. *Phys Ther.* 2018 Apr 1;98(4):260-268. doi: 10.1093/ptj/pzy008
15. McPhail I. Abdominal aortic aneurysm and diastasis recti. *Angiology.* 2008 Dec-2009 Jan;59(6):736-9. doi: 10.1177/0003319708319940.
16. Mughal M, Ross D. Management of the post-pregnancy abdomen: the plastic surgical perspective. *Hernia.* 2021 Aug;25(4):929-938. doi: 10.1007/s10029-021-02478-6
17. Mota P, Pascoal AG, Sancho F, Bø K. Test-retest and intrarater reliability of 2-dimensional ultrasound measurements of distance between rectus abdominis in women. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2012 Nov;42(11):940-6. doi: 10.2519/jospt.2012.4115.
18. Liaw LJ, Hsu MJ, Liao CF, Liu MF, Hsu AT. The relationships between inter-recti distance measured by ultrasound imaging and abdominal muscle function in postpartum women: a 6-month follow-up study. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2011 Jun;41(6):435-43. doi: 10.2519/jospt.2011.3507
19. Benjamin DR, van de Water AT, Peiris CL. Effects of exercise on diastasis of the rectus abdominis muscle in the antenatal and postnatal periods: a systematic review. *Physiotherapy.* 2014 Mar;100(1):1-8. doi: 10.1016/j.physio.2013.08.005.
20. Gluppe S, Engh ME, Bø K. What is the evidence for abdominal and pelvic floor muscle training to treat diastasis recti abdominis postpartum? A systematic review with meta-analysis. *Braz J Phys Ther.* 2021 Nov-Dec;25(6):664-675. doi: 10.1016/j.bjpt.2021.06.006.
21. Nahas FX, Augusto SM, Ghelfond C. Should diastasis recti be corrected? *Aesthetic Plast Surg.* 1997 Jul-Aug;21(4):285-9. doi: 10.1007/s002669900127
22. Hickey F, Finch JG, Khanna A. A systematic review on the outcomes of correction of diastasis of the recti. *Hernia.* 2011 Dec;15(6):607-14. doi: 10.1007/s10029-011-0839-4.
23. Mommers EHH, Ponten JEH, Al Omar AK, de Vries Reilingh TS, Bouvy ND, Nienhuijs SW. The general surgeon's perspective of rectus diastasis. A systematic review of treatment options. *Surg Endosc.* 2017 Dec;31(12):4934-4949. doi: 10.1007/s00464-017-5607-9
24. Malcher F, Lima DL, Lima RNCL, et al. Endoscopic onlay repair for ventral hernia and rectus abdominis diastasis repair: Why so many different names for the same procedure? A qualitative systematic review. *Surg Endosc.* 2021 Oct;35(10):5414-5421. doi: 10.1007/s00464-021-08560-5
25. Cheesborough JE, Dumanian GA. Simultaneous prosthetic mesh abdominal wall reconstruction with abdominoplasty for ventral hernia and severe rectus diastasis repairs. *Plast Reconstr Surg.* 2015 Jan;135(1):268-276. doi: 10.1097/PRS.0000000000000840.
26. Emanuelsson P, Gunnarsson U, Dahlstrand U, Strigård K, Stark B. Operative correction of abdominal rectus diastasis (ARD) reduces pain and improves abdominal wall muscle strength: A randomized, distance in pregnant and postpartum primiparous women. *Musculoskelet Sci Pract.* 2018 Jun;35:34-37. doi: 10.1016/j.msksp.2018.02.004
12. Boissonnault JS, Blaschak MJ. Incidence of diastasis recti abdominis during the childbearing year. *Phys Ther.* 1988 Jul;68(7):1082-6. doi: 10.1093/ptj/68.7.1082.
13. Sperstad JB, Tennfjord MK, Hilde G, et al. Diastasis recti abdominis during pregnancy and 12 months after childbirth: prevalence, risk factors and report of lumbopelvic pain. *Br J Sports Med.* 2016 Sep;50(17):1092-6. doi: 10.1136/bjsports-2016-096065
14. Gluppe SL, Hilde G, Tennfjord MK, et al. Effect of a Postpartum Training Program on the Prevalence of Diastasis Recti Abdominis in Postpartum Primiparous Women: A Randomized Controlled Trial. *Phys Ther.* 2018 Apr 1;98(4):260-268. doi: 10.1093/ptj/pzy008
15. McPhail I. Abdominal aortic aneurysm and diastasis recti. *Angiology.* 2008 Dec-2009 Jan;59(6):736-9. doi: 10.1177/0003319708319940.
16. Mughal M, Ross D. Management of the post-pregnancy abdomen: the plastic surgical perspective. *Hernia.* 2021 Aug;25(4):929-938. doi: 10.1007/s10029-021-02478-6
17. Mota P, Pascoal AG, Sancho F, Bø K. Test-retest and intrarater reliability of 2-dimensional ultrasound measurements of distance between rectus abdominis in women. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2012 Nov;42(11):940-6. doi: 10.2519/jospt.2012.4115.
18. Liaw LJ, Hsu MJ, Liao CF, Liu MF, Hsu AT. The relationships between inter-recti distance measured by ultrasound imaging and abdominal muscle function in postpartum women: a 6-month follow-up study. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2011 Jun;41(6):435-43. doi: 10.2519/jospt.2011.3507
19. Benjamin DR, van de Water AT, Peiris CL. Effects of exercise on diastasis of the rectus abdominis muscle in the antenatal and postnatal periods: a systematic review. *Physiotherapy.* 2014 Mar;100(1):1-8. doi: 10.1016/j.physio.2013.08.005.
20. Gluppe S, Engh ME, Bø K. What is the evidence for abdominal and pelvic floor muscle training to treat diastasis recti abdominis postpartum? A systematic review with meta-analysis. *Braz J Phys Ther.* 2021 Nov-Dec;25(6):664-675. doi: 10.1016/j.bjpt.2021.06.006.
21. Nahas FX, Augusto SM, Ghelfond C. Should diastasis recti be corrected? *Aesthetic Plast Surg.* 1997 Jul-Aug;21(4):285-9. doi: 10.1007/s002669900127
22. Hickey F, Finch JG, Khanna A. A systematic review on the outcomes of correction of diastasis of the recti. *Hernia.* 2011 Dec;15(6):607-14. doi: 10.1007/s10029-011-0839-4.
23. Mommers EHH, Ponten JEH, Al Omar AK, de Vries Reilingh TS, Bouvy ND, Nienhuijs SW. The general surgeon's perspective of rectus diastasis. A systematic review of treatment options. *Surg Endosc.* 2017 Dec;31(12):4934-4949. doi: 10.1007/s00464-017-5607-9
24. Malcher F, Lima DL, Lima RNCL, et al. Endoscopic onlay repair for ventral hernia and rectus abdominis diastasis repair: Why so many different names for the same procedure? A qualitative systematic review. *Surg Endosc.* 2021 Oct;35(10):5414-5421. doi: 10.1007/s00464-021-08560-5
25. Cheesborough JE, Dumanian GA. Simultaneous prosthetic mesh abdominal wall reconstruction with abdominoplasty for ventral hernia and severe rectus diastasis repairs. *Plast Reconstr Surg.* 2015 Jan;135(1):268-276. doi: 10.1097/PRS.0000000000000840.
26. Emanuelsson P, Gunnarsson U, Dahlstrand U, Strigård K, Stark B. Operative correction of abdominal rectus diastasis (ARD) reduces pain and improves abdominal wall muscle strength: A randomized,

- prospective trial comparing retromuscular mesh repair to double-row, self-retaining sutures. *Surgery*. 2016 Nov;160(5):1367-1375. doi: 10.1016/j.surg.2016.05.035.
27. ElHawary H, Barone N, Zammit D, Janis JE. Closing the gap: evidence-based surgical treatment of rectus diastasis associated with abdominal wall hernias. *Hernia*. 2021 Aug;25(4):827-853. doi: 10.1007/s10029-021-02460-2.
  28. Gama LJM, Barbosa MVJ, Czapkowski A, Ajzen S, Ferreira LM, Nahas FX. Single-Layer Plication for Repair of Diastasis Recti: The Most Rapid and Efficient Technique. *Aesthet Surg J*. 2017 Jun 1;37(6):698-705. doi: 10.1093/asj/sjw263.
  29. Nahas FX, Augusto SM, Ghelfond C. Nylon versus polydioxanone in the correction of rectus diastasis. *Plast Reconstr Surg*. 2001 Mar;107(3):700-6. doi: 10.1097/00006534-200103000-00008
  30. Olsson A, Kiwanuka O, Sandblom G, Stackelberg O. Evaluation of functional outcomes following rectus diastasis repair-an up-to-date literature review. *Hernia*. 2021 Aug;25(4):905-914. doi: 10.1007/s10029-021-02462-0.
  31. Faessen JL, Meesters-Caberg MAJ, Stoot JHMB. Pregnancy after abdominoplasty with mesh placement: A case report. *JPRAS Open*. 2020 Sep 7;26:8-11. doi: 10.1016/j.jpra.2020.08.003
  32. Carlstedt A, Bringman S, Egberth M, et al. Management of diastasis of the rectus abdominis muscles: recommendations for swedish national guidelines. *Scand J Surg*. 2021 Sep;110(3):452-459. doi: 10.1177/1457496920961000
  27. ElHawary H, Barone N, Zammit D, Janis JE. Closing the gap: evidence-based surgical treatment of rectus diastasis associated with abdominal wall hernias. *Hernia*. 2021 Aug;25(4):827-853. doi: 10.1007/s10029-021-02460-2.
  28. Gama LJM, Barbosa MVJ, Czapkowski A, Ajzen S, Ferreira LM, Nahas FX. Single-Layer Plication for Repair of Diastasis Recti: The Most Rapid and Efficient Technique. *Aesthet Surg J*. 2017 Jun 1;37(6):698-705. doi: 10.1093/asj/sjw263.
  29. Nahas FX, Augusto SM, Ghelfond C. Nylon versus polydioxanone in the correction of rectus diastasis. *Plast Reconstr Surg*. 2001 Mar;107(3):700-6. doi: 10.1097/00006534-200103000-00008
  30. Olsson A, Kiwanuka O, Sandblom G, Stackelberg O. Evaluation of functional outcomes following rectus diastasis repair-an up-to-date literature review. *Hernia*. 2021 Aug;25(4):905-914. doi: 10.1007/s10029-021-02462-0.
  31. Faessen JL, Meesters-Caberg MAJ, Stoot JHMB. Pregnancy after abdominoplasty with mesh placement: A case report. *JPRAS Open*. 2020 Sep 7;26:8-11. doi: 10.1016/j.jpra.2020.08.003
  32. Carlstedt A, Bringman S, Egberth M, et al. Management of diastasis of the rectus abdominis muscles: recommendations for swedish national guidelines. *Scand J Surg*. 2021 Sep;110(3):452-459. doi: 10.1177/1457496920961000

**Конфликт интересов.** Авторы статьи подтверждают отсутствие конфликта интересов, о котором необходимо сообщить.

**Коды ГРНТИ:**

76.29.39 хирургия

**Дата поступления:** 05.06.2024

**Подписана в печать:** 05.07.2024

## ПАМЯТИ ГРИГОРИЯ ГРИГОРЬЕВИЧА КАРМАЗАНОВСКОГО



11 августа, после тяжелой и продолжительной болезни ушел из жизни академик РАН, профессор Григорий Григорьевич Кармазановский, 23 апреля он отпраздновал свое 65-летие.

В 1982 г. Г.Г. Кармазановский окончил с отличием Одесский медицинский институт им. Н.И. Пирогова, после чего его творческая жизнь была связана с Институтом хирургии им. А.В. Вишневского. Григорий Григорьевич Кармазановский был ведущим Российским ученым в области лучевой диагностики, лидером отечественной компьютерной томографии и основателем научной школы лучевой диагностики на базе ФГБУ "НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского" Минздрава России, передовые научные исследования которого широко известны в стране и за рубежом. Им разработаны и внедрены в повседневную практику компьютерно-томографическая семиотика хирургических и онкологических заболеваний, методика болюсного контрастного усиления при КТ, методы малоинвазивной диагностики и лечения под контролем КТ, принципы трехмерного моделирования хирургической и онкологической патологии на основе данных КТ (виртуальная хирургия), успешно реализованы принципы цифровых технологий в классической рентгенодиагностике, разработаны и внедрены комплексные программы щадящего обследования пациентов (низкодозовая КТ, МРТ с гепатоспецифическими контрастными веществами и диффузионно-взвешенными изображениями, УЗИ с контрастным усилением), технологии тектурного анализа томографических изображений.

Григорий Григорьевич заведовал отделом лучевых методов диагностики НМИЦ хирургии им. А. В. Вишневского, был профессором кафедры лучевой диагностики Института

профессионального образования Первого МГМУ имени И. М. Сеченова, вице-президентом Российского общества рентгенологов и радиологов, автором более 850 публикаций в области клинической медицины, в том числе в международных англоязычных журналах, заслуженный деятель науки Российской Федерации, был редактором – распорядительным директором журнала "Анналы хирургической гепатологии", международным экспертом-рецензентом в высокорейтинговых научных изданиях первого квартала «European Journal of Radiology», "European Radiology" и "Insight into Imaging", а также был главным редактором журнала "Медицинская визуализация", а также тома по брюшной полости Национального руководства по лучевой диагностике. Автор 32 монографий и руководств для врачей, главный редактор научного перевода монографии по МРТ всего тела. Под его руководством было защищено 60 кандидатских и 11 докторских диссертаций.

Г.Г. Кармазановский был членом Ученого совета ФГБУ "НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского" Минздрава России и членом двух диссертационных советов: Д 21.1.044.01 при ФГБУ "НМИЦ хирургии им. А. В. Вишневского" Минздрава России и Д 208.081.01 ФГБУ "РНЦРР" Минздрава России, вице-президентом Российского общества рентгенологов и радиологов (РОРР), национальным представителем (послом) в Европейском обществе гастроинтестинальной и абдоминальной радиологии (ESGAR), членом Европейского общества радиологии (ECR). Многие годы был лектором и организатором мероприятий в России Европейской школы радиологии (ESOR) и членом Комитета по абдоминальной радиологии Европейского конгресса радиологов (ESR).

Г.Г. Кармазановский был награжден медалью

“За заслуги перед отечественным здравоохранением” (2021 г.), орденом Пирогова (2020 г.), лауреат премии Ленинского комсомола (1989 г.), лауреат премии Правительства РФ в области науки и техники (2001 г.), лауреат премии г. Москвы в области медицины (2017 г.), заслуженный деятель науки Российской Федерации (2014 г.). Заслуги Г.Г. Кармазановского были высоко отмечены научной и медицинской общественностью, Национальным комитетом общественных наград Российской Федерации он был награжден орденом Петра Великого I степени, высшей общественной наградой, медалью «В память 850-летия Москвы», знаком-медалью «Во

имя жизни на Земле», почетной грамотой РАМН и почетным дипломом Московского объединения медицинских радиологов.

От нас безвременно ушел талантливый ученый, учитель, прекрасной души и доброты человек, имя его навечно останется в наших сердцах, а его бессмертие будет связано с продолжением развития его идей многочисленными последователями и учениками.

**Редакционная коллегия журнала «Медицина высоких технологий» выражает искреннее соболезнование близким, друзьям и коллегам.**