

НАУКА и ИННОВАЦИИ В МЕДИЦИНЕ



2026

Том
Volume 11

Выпуск
Issue 2

SCIENCE
and INNOVATIONS
in medicine



Учредитель и издатель

ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России

Зарегистрирован Федеральной службой
по надзору в сфере связи, информационных
технологий и массовых
коммуникаций (Роскомнадзор) 06.06.2016.
Регистрационный № ФС 77-65957

ISSN 2500-1388 (Print)

ISSN 2618-754X (Online)

Периодичность: 4 номера в год.

Перечень ведущих научных журналов
и изданий ВАК (К2)
ЕГПНИ (УЗ)

Индексация

DOAJ

Российский Индекс Научного Цитирования
(eLibrary.ru)
Cyberleninka
Google Scholar
Ulrich's Periodicals Directory
Dimensions
Crossref

Архив номеров: www.innoscience.ru

Открытый доступ к архивам
и текущим номерам.

Прием статей в журнал:

<https://innoscience.ru/2500-1388/author/submit/1>

Правила публикации авторских материалов:

<https://innoscience.ru/2500-1388/about/submissions>

Адрес издателя и редакции:

ул. Чапаевская, 89, г. Самара,
Самарская область, Россия, 443099.
Тел.: + 7 (846) 374 10 04.
E-mail: edition@innoscience.ru

Зав. редакцией: Стефанская А.В.
(e-mail: a.v.stefanskaya@samsmu.ru)

Переводчик: Калинин К.М.

Корректор: Чайникова И.Н.

Верстка: Овчинникова Т.И.

Подписано в печать: 12.04.2026

Выход в свет 20.04.2026

Отпечатано: ООО «Прайм».

ул. Гагарина, 59, г. Самара,
Самарская область, Россия, 443079.


Тел.: +7 (846) 922 62 90.

Формат 60 × 90%. Печать офсетная.

Заказ №0197.

Усл. печ. л. 9.

Тираж 250 экз.

 Это контент открытого доступа,
распространяемый по лицензии Creative
Commons Attribution License, которая
разрешает неограниченное использование,
распространение и воспроизведение на любом
носителе при условии правильного цитирования
оригинальной работы. (CC BY 4.0)
Распространяется бесплатно.



© Авторский коллектив; Самарский
государственный медицинский университет
(составление, дизайн, макет)

www.innoscience.ru

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Колсанов А.В., член-корр. РАН, д.м.н., профессор (Самара, Россия)
ORCID: 0000-0002-4144-7090

ЗАМЕСТИТЕЛИ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

Котельников Г.П., академик РАН, д.м.н., профессор (Самара, Россия)
ORCID: 0000-0001-7456-6160

Давыдкин И.Л., д.м.н., профессор (Самара, Россия)
ORCID: 0000-0002-4318-4247

НАУЧНЫЙ РЕДАКТОР

Рубаненко О.А., д.м.н., доцент (Самара, Россия)
ORCID: 0000-0001-9351-6177

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Агранович Н.В., д.м.н.,
профессор (Ставрополь, Россия)
ORCID: 0000-0002-3717-7091

Байриков И.М., член-корр. РАН, д.м.н.,
профессор (Самара, Россия)
ORCID: 0009-0005-1170-8180

Белов Ю.В., акад. РАН, д.м.н.,
профессор (Москва, Россия)
ORCID: 0000-0002-9280-8845

Vico L., доктор медицины,
профессор (Сент-Этьен, Франция)
ORCID: 0000-0002-2110-287X

Винников Д.В., д.м.н.
(Алматы, Республика Казахстан)
ORCID: 0000-0003-0991-6237

Волова Л.Т., д.м.н., профессор
(Самара, Россия)
ORCID: 0000-0002-8510-3118

Galati G., доктор медицины
(Милан, Италия)
ORCID: 0000-0002-8001-1249

Gonda X., доктор медицины
(Будапешт, Венгрия)
ORCID: 0000-0001-9015-4203

De Berardis D., доктор медицины,
профессор (Терамо, Италия)
ORCID: 0000-0003-4415-5058

De Sousa A., доктор медицины,
профессор (Мумбаи, Индия)
ORCID: 0000-0001-8466-5648

Дупляков Д.В., д.м.н., профессор
(Самара, Россия)
ORCID: 0000-0002-6453-2976

Золотовская И.А., д.м.н.,
доцент (Самара, Россия)
ORCID: 0009-0006-8541-9100

Каганов О.И., д.м.н., профессор
(Самара, Россия)
ORCID: 0000-0002-4569-1031

Summing P., доктор медицины,
профессор (Берн, Швейцария)
ORCID: 0000-0002-0257-9621

Каплан А.Я., д.биол.н., профессор
(Калининград, Россия)
ORCID: 0000-0002-3912-4639

Kirk O., доктор медицины, профессор
(Копенгаген, Дания)
ORCID: 0000-0003-1995-1837

Киселев А.Р., д.м.н., профессор
(Саратов, Россия)
ORCID: 0000-0003-3967-3950

Козлов С.В., д.м.н., профессор
(Самара, Россия)
ORCID: 0000-0002-5480-961X

Котовская Ю.В., д.м.н., профессор
(Москва, Россия)
ORCID: 0000-0002-1628-5093

Куркин В.А., д.фарм.н., профессор
(Самара, Россия)
ORCID: 0000-0002-7513-9352

Лебедев М.А., PhD, профессор
(Москва, Россия)
ORCID: 0000-0003-0355-8723

Lichtenberg A., доктор медицины,
профессор (Дюссельдорф, Германия)
ORCID: 0000-0001-8580-6369

Маслякова Г.Н., д.м.н., профессор
(Саратов, Россия)
ORCID: 0000-0001-8834-1536

Момот А.П., д.м.н., профессор
(Барнаул, Россия)
ORCID: 0000-0002-8413-5484

Норкин И.А., д.м.н., профессор
(Саратов, Россия)
ORCID: 0000-0002-6770-3398

Повереннова И.Е., д.м.н., профессор
(Самара, Россия)
ORCID: 0000-0002-2594-461X

Подлекарева Д.Н., доктор медицины
(Копенгаген, Дания)
ORCID: 0000-0003-3187-0597

Поспелова Т.И., д.м.н., профессор
(Новосибирск, Россия)
ORCID: 0000-0002-1261-5470

Рубникович С.П., член-корр.
Национальной академии наук Беларуси,
д.м.н., профессор (Минск, Беларусь)
ORCID: 0009-0000-7353-2233

Рыбцов С.А., к.биол.н.
(Краснодарский край, Россия)
ORCID: 0000-0001-7786-1878

Салогуб Г.Н., д.м.н., профессор
(Санкт-Петербург, Россия)
ORCID: 0000-0001-8951-1680

Сафуанова Г.Ш., д.м.н., профессор
(Уфа, Россия)
ORCID: 0000-0003-2627-0626

Stefanidis A., доктор медицины,
профессор (Пирей, Греция)
ORCID: 0000-0001-5814-1859

Ткачева О.Н., д.м.н., профессор
(Москва, Россия)
ORCID: 0000-0001-5451-2915

Fountoulakis K., доктор медицины,
профессор (Салоники, Греция)
ORCID: 0000-0001-5503-0811

Founder and Publisher

Samara State Medical University

Registered by the Federal Service for Supervision of Communications, Information Technology and Mass Media (Roskomnadzor) 06.06.2016.
Registration number FS 77-65957

ISSN 2500-1388 (Print)

ISSN 2618-754X (Online)

Publication frequency: quarterly.

Indexation

DOAJ

Russian Science Citation Index (eLibrary.ru)

Cyberleninka

Google Scholar

Ulrich's Periodicals Directory

Dimensions

Crossref

Journal archive:

www.innoscience.ru

Archive and current issues are in open access.

Articles submission:

<https://innoscience.ru/2500-1388/author/submit/1>

Author Guidelines:

<https://innoscience.ru/2500-1388/about/submissions>

Publisher and editorial

office address:

89 Chapaevskaya st., Samara, Russia, 443099.

Tel.: + 7 (846) 374 10 04.

E-mail: edition@innoscience.ru

Executive editor: Alla V. Stefanskaya

(e-mail: a.v.stefanskaya@samsmu.ru)

Translator: Konstantin M. Kalinin

Proofreader: Inna N. Chainikova

Layout editor: Tat'yana I. Ovchinnikova

Signed for printing: 12.04.2026

Publication 20.04.2026


Printed by: LLC "Prime"

59 Gagarin str.,

Samara, Russia, 443079.

Tel.: +7 (846) 922 62 90.

Order: No0197.

 This is an open access content distributed under the Creative Commons Attribution License which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. (CC BY 4.0)



© Authors: Samara State Medical University
(Compilation, Design, and Layout)

EDITOR-IN-CHIEF

Aleksandr V. Kolsanov, Corresp. member of the Russian Academy of Sciences, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor (Samara, Russia)

ORCID: [0000-0002-4144-7090](https://orcid.org/0000-0002-4144-7090)

DEPUTY EDITOR-IN-CHIEF

Gennadii P. Kotelnikov, Academician of the Russian Academy of Sciences, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor (Samara, Russia)

ORCID: [0000-0001-7456-6160](https://orcid.org/0000-0001-7456-6160)

Igor L. Davydkin, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor (Samara, Russia)

ORCID: [0000-0002-4318-4247](https://orcid.org/0000-0002-4318-4247)

SCIENCE EDITOR

Olesya A. Rubanenko, MD, Dr. Sci. (Med.), Associate Professor (Samara, Russia)

ORCID: [0000-0001-9351-6177](https://orcid.org/0000-0001-9351-6177)

EDITORIAL BOARD

Nadezhda V. Agranovich, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor (Stavropol, Russia)

ORCID: [0000-0002-3717-7091](https://orcid.org/0000-0002-3717-7091)

Ivan M. Bairikov, Corresp. member of the Russian Academy of Sciences, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor (Samara, Russia)

ORCID: [0009-0005-1170-8180](https://orcid.org/0009-0005-1170-8180)

Yurii V. Belov, Academician of the Russian Academy of Sciences, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor (Moscow, Russia)

ORCID: [0000-0002-9280-8845](https://orcid.org/0000-0002-9280-8845)

Laurence Vico, MD, Professor (Saint-Étienne, France)

ORCID: [0000-0002-2110-287X](https://orcid.org/0000-0002-2110-287X)

Denis V. Vinnikov, Dr. Sci. (Med.) (Almaty, Kazakhstan)

ORCID: [0000-0003-0991-6237](https://orcid.org/0000-0003-0991-6237)

Larisa T. Volova, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor (Samara, Russia)

ORCID: [0000-0002-8510-3118](https://orcid.org/0000-0002-8510-3118)

Giuseppe Galati, MD (Milan, Italy)

ORCID: [0000-0002-8001-1249](https://orcid.org/0000-0002-8001-1249)

Xenia Gonda, MD, Professor (Budapest, Hungary)

ORCID: [0000-0001-9015-4203](https://orcid.org/0000-0001-9015-4203)

Domenico De Berardis, MD, Professor (Teramo, Italy)

ORCID: [0000-0003-4415-5058](https://orcid.org/0000-0003-4415-5058)

Avinash De Sousa, MD, Professor (Mumbai, India)

ORCID: [0000-0001-8466-5648](https://orcid.org/0000-0001-8466-5648)

Dmitrii V. Duplyakov, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor (Samara, Russia)

ORCID: [0000-0002-6453-2976](https://orcid.org/0000-0002-6453-2976)

Irina A. Zolotovskaya, MD, Dr. Sci. (Med.), Associate Professor (Samara, Russia)

ORCID: [0009-0006-8541-9100](https://orcid.org/0009-0006-8541-9100)

Oleg I. Kaganov, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor (Samara, Russia)

ORCID: [0000-0002-4569-1031](https://orcid.org/0000-0002-4569-1031)

Paul Cumming, MD, Professor (Bern, Switzerland)

ORCID: [0000-0002-0257-9621](https://orcid.org/0000-0002-0257-9621)

Aleksandr Ya. Kaplan, Dr. Sci. (Bio.), Professor (Kaliningrad, Russia)

ORCID: [0000-0002-3912-4639](https://orcid.org/0000-0002-3912-4639)

Ole Kirk, MD, Professor (Copenhagen, Denmark)

ORCID: [0000-0003-1995-1837](https://orcid.org/0000-0003-1995-1837)

Anton R. Kiselev, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor (Saratov, Russia)

ORCID: [0000-0003-3967-3950](https://orcid.org/0000-0003-3967-3950)

Sergei V. Kozlov, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor (Samara, Russia)

ORCID: [0000-0002-5480-961X](https://orcid.org/0000-0002-5480-961X)

Yuliya V. Kotovskaya, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor (Moscow, Russia)

ORCID: [0000-0002-1628-5093](https://orcid.org/0000-0002-1628-5093)

Vladimir A. Kurkin, Dr. Sci. (Pharm.), Professor (Samara, Russia)

ORCID: [0000-0002-7513-9352](https://orcid.org/0000-0002-7513-9352)

Mikhail A. Lebedev, PhD, Professor (Moscow, Russia)

ORCID: [0000-0003-0355-8723](https://orcid.org/0000-0003-0355-8723)

Artur Lichtenberg, MD, PhD, Professor (Dusseldorf, Germany)

ORCID: [0000-0001-8580-6369](https://orcid.org/0000-0001-8580-6369)

Galina N. Maslyakova, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor (Saratov, Russia)

ORCID: [0000-0001-8834-1536](https://orcid.org/0000-0001-8834-1536)

Andrei P. Momot, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor (Barnaul, Russia)

ORCID: [0000-0002-8413-5484](https://orcid.org/0000-0002-8413-5484)

Igor A. Norkin, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor (Saratov, Russia)

ORCID: [0000-0002-6770-3398](https://orcid.org/0000-0002-6770-3398)

Irina E. Poverennova, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor (Samara, Russia)

ORCID: [0000-0002-2594-461X](https://orcid.org/0000-0002-2594-461X)

Darya N. Podlekareva, MD, PhD, Professor (Copenhagen, Denmark)

ORCID: [0000-0003-3187-0597](https://orcid.org/0000-0003-3187-0597)

Tatyana I. Pospelova, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor (Novosibirsk, Russia)

ORCID: [0000-0002-1261-5470](https://orcid.org/0000-0002-1261-5470)

Sergey P. Rubnikovich, Corresp. member of the National Academy of Sciences of Belarus, MD, Dr. Sci. (Med.) (Minsk, Belarus)

ORCID: [0009-0000-7353-2233](https://orcid.org/0009-0000-7353-2233)

Stanislav A. Rybtsov, Cand. Sci. (Bio.) (Krasnodar region, Russia)

ORCID: [0000-0001-7786-1878](https://orcid.org/0000-0001-7786-1878)

Galina N. Salogub, MD, Dr. Sci. (Med.), Associate Professor (Saint Petersburg, Russia)

ORCID: [0000-0001-8951-1680](https://orcid.org/0000-0001-8951-1680)

Guzyal S. Safuanova, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor (Ufa, Russia)

ORCID: [0000-0003-2627-0626](https://orcid.org/0000-0003-2627-0626)

Alexandros Stefanidis, MD, Professor (Piraeus, Greece)

ORCID: [0000-0001-5814-1859](https://orcid.org/0000-0001-5814-1859)

Olga N. Tkacheva, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor (Moscow, Russia)

ORCID: [0000-0001-5451-2915](https://orcid.org/0000-0001-5451-2915)


Konstantinos Fountoulakis, MD, Professor (Thessaloniki, Greece)

ORCID: [0000-0001-5503-0811](https://orcid.org/0000-0001-5503-0811)

СОДЕРЖАНИЕ / CONTENTS

АНАТОМИЯ ЧЕЛОВЕКА	HUMAN ANATOMY
Н.И. Муртазина, Е.Д. Луцай, М.И. Аникин, И.Р. Уряшев Анатомическая характеристика лабиринта и петушиного гребня решетчатой кости человека в первом периоде зрелого возраста по данным компьютерной томографии	86 Nuriya I. Murtazina, Elena D. Lutsay, Maksim I. Anikin, Ildar R. Uryashev Anatomical characteristics of the labyrinth and cock crest of the human ethmoid bone in the first period of mature age according to computer tomography data
Л.Н. Петухова, А.В. Маргарян, Е.А. Томилова, А.А. Ткачук Сравнительный анализ морфометрических параметров стопы и общих антропометрических характеристик детей 6 лет с нормальной и избыточной массой тела	91 Lyudmila N. Petukhova, Artur V. Margaryan, Evgeniya A. Tomilova, Anna A. Tkachuk Comparative analysis of morphometric parameters of the foot and general anthropometric characteristics of 6-year-old children with normal and excessive body weight
Г.Н. Суворова, С.Н. Чемидронов, А.С. Пронина, Ю.В. Григорьева, Г.А. Севрюгина Функциональная морфология сфинктерного аппарата прямой кишки	98 Galina N. Suvorova, Sergei N. Chemidronov, Antonina S. Pronina, Yuliya V. Grigoryeva, Galina A. Sevryugina Functional morphology of the sphincter apparatus of the rectum
С.В. Чемезов, С.Н. Лященко, А.С. Лозинский Морфометрические параметры поджелудочной железы детей и подростков по данным прижизненной визуализации	105 Sergei V. Chemezov, Sergei N. Lyashchenko, Andrei S. Lozinskii Morphometric parameters of the pancreas of children and adolescents according to lifetime imaging data
НЕВРОЛОГИЯ	NEUROLOGY
Л.Р. Ахмадеева, Е.О. Голдырев, К.Ф. Багаутдинов, Н.М. Блинова Реабилитация двигательных нарушений у пациентов после перенесенного церебрального инсульта в ранний восстановительный период с помощью беговой дорожки с биологической обратной связью	111 Leila R. Akhmadeeva, Evgenii O. Goldyrev, Kamil F. Bagautdinov, Nataliya M. Blinova Rehabilitation of motor impairments in patients after cerebral stroke in the early recovery period using a treadmill with biofeedback
ОНКОЛОГИЯ, ЛУЧЕВАЯ ТЕРАПИЯ	ONCOLOGY, RADIATION THERAPY
М.Г. Абгарян, Е.В. Артамонова, Е.И. Коваленко, Т.А. Титова, М.П. Никулин, С.Н. Бердников, И.С. Стилиди Возможности и результаты хирургического лечения больших забрюшинными неорганными липосаркомы с инвазией магистральных сосудов	117 Mikael G. Abgaryan, Elena V. Artamonova, Elena I. Kovalenko, Tatyana A. Titova, Maksim P. Nikulin, Sergei N. Berdnikov, Ivan S. Stilidi Potential and outcomes of surgical treatment of patients with retroperitoneal non-organ liposarcoma invading great vessels
М.Г. Абгарян, Е.И. Русина, А.Е. Калинин, С.Н. Бердников, П.Е. Тулин, И.С. Стилиди Роль лапароскопической забрюшинной лимфаденэктомии в диагностике распространенности рака желудка	123 Mikael G. Abgaryan, Ekaterina I. Rusuna, Aleksei E. Kalinin, Sergei N. Berdnikov, Pavel E. Tulin, Ivan S. Stilidi The role of laparoscopic retroperitoneal lymphadenectomy in the diagnosis of gastric cancer prevalence
Б.И. Гатауллин, А.П. Шлычков, Р.Г. Биктемирова, И.Г. Гатауллин Геопроостранственный анализ заболеваемости населения Республики Татарстан раком легких и ее связь с природными и антропогенными факторами	129 Bulat I. Gataullin, Anatolii P. Shlychokov, Raisa G. Biktemirova, Ilgiz G. Gataullin Geospatial analysis of the incidence of lung cancer in the population of the Republic of Tatarstan and its relationship with natural and anthropogenic factors
А.А. Свечкова, А.Х. Хамид, А.А. Захаренко Оценка эффективности и безопасности комбинированного подхода к неoadъювантному лечению рака желудка, осложненного субкомпенсированным опухолевым стенозом	136 Anna A. Svechkova, Abdo Kh. Khamid, Aleksandr A. Zakharenko The efficacy and safety of a combination approach to neoadjuvant treatment of gastric cancer complicated by subcompensated tumor stenosis
ТРАВМАТОЛОГИЯ И ОРТОПЕДИЯ	TRAUMATOLOGY AND ORTHOPEDICS
Г.П. Котельников, А.В. Колсанов, Д.С. Кудашев, О.И. Мосеев, С.Д. Зуев-Ратников, А.А. Шишкина, Д.А. Долгушкин Анализ результатов применения нового подхода к преабилитации пациентов при тотальном эндопротезировании коленного сустава	144 Gennadii P. Kotelnikov, Aleksandr V. Kolsanov, Dmitrii S. Kudashev, Oleg I. Moseev, Sergei D. Zuev-Ratnikov, Anna A. Shishkina, Dmitrii A. Dolgushkin Analysis of the results of applying a new approach to the prehabilitation of patients with total knee replacement
А.С. Мошкин, Л.В. Мошкина, К.Д. Холикова, П.А. Крючков Тенденции морфологических изменений коленных суставов, выявляемые при ультразвуковой визуализации	151 Andrei S. Moshkin, Lyubov V. Moshkina, Kseniya D. Holikova, Petr A. Kryuchkov Trends in morphological changes of knee joints revealed by ultrasound imaging
ХИРУРГИЯ	SURGERY
И.В. Макаров, Б.Д. Грачев, Е.С. Лопухов Редкая причина абсцесса селезенки	157 Igor V. Makarov, Boris D. Grachev, Evgenii S. Lopukhov A rare cause of spleen abscess

Оригинальное исследование | Original research
DOI: <https://doi.org/10.35693/SIM686455>

 This work is licensed under CC BY 4.0
© Authors, 2026

Анатомическая характеристика лабиринта и петушиного гребня решетчатой кости человека в первом периоде зрелого возраста по данным компьютерной томографии

Н.И. Муртазина, Е.Д. Луцай, М.И. Аникин, И.Р. Уряшев

ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный медицинский университет»
Минздрава России (Оренбург, Российская Федерация)

Аннотация

Цель: дать анатомическую характеристику лабиринта и петушиного гребня решетчатой кости человека в первом периоде зрелого возраста по данным компьютерной томографии.

Материал и методы. Объектом исследования послужили 60 компьютерных томограмм черепа людей первого периода зрелого возраста (22–35 лет – мужчины, 21–35 лет – женщины), без патологии околоносовых пазух.

Результаты. В первом периоде зрелого возраста передне-задний размер лабиринта решетчатой кости справа составил $36,39 \pm 4,25$ мм, слева – $36,04 \pm 4,44$ мм (при диапазоне значений от 28,30 до 46,61 мм). Передне-задний размер решетчатого лабиринта справа и слева преобладал над высотой в 1,4 раза, над шириной – в 3 раза. Высота решетчатого лабиринта у лиц женского пола справа и слева составила $26,72 \pm 3,29$ мм и $27,32 \pm 3,39$ мм

соответственно и была достоверно больше данного показателя у лиц мужского пола. Высота и передне-задний размер петушиного гребня равны: $13,98 \pm 3,76$ мм и $13,39 \pm 2,63$ мм соответственно, в 3 раза преобладали над его шириной. В 25% встречалась пневматизированная средняя носовая раковина, в 22% – пневматизированный петушинный гребень.

Заключение. Анатомическая характеристика решетчатой кости как элемента полости носа, околоносовых пазух, внутреннего основания черепа, глазницы имеет важное значение для выбора оптимального хирургического доступа, в частности при эндоскопическом эндоназальном вмешательстве.

Ключевые слова: решетчатая кость, решетчатый лабиринт, компьютерная томография, анатомия.

Конфликт интересов: не заявлен.

Для цитирования:

Муртазина Н.И., Луцай Е.Д., Аникин М.И., Уряшев И.Р. Анатомическая характеристика лабиринта и петушиного гребня решетчатой кости человека в первом периоде зрелого возраста по данным компьютерной томографии. *Наука и инновации в медицине*. 2026;11(2):86-90. DOI: <https://doi.org/10.35693/SIM686455>

Сведения об авторах

*Муртазина Нурия Ильясовна – канд. мед. наук, доцент кафедры оториноларингологии.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7898-5511>

E-mail: N.I.Murtazina@mail.ru

Луцай Е.Д. – д-р мед. наук, профессор кафедры анатомии человека.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7401-6502>

E-mail: elut@list.ru

Аникин М.И. – канд. мед. наук, доцент, заведующий

кафедрой оториноларингологии.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1900-3039>

E-mail: m.anikin@mail.ru

Уряшев И.Р. – студент 5 курса педиатрического факультета.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-4776-8076>

E-mail: ildar_0404@mail.ru

*Автор для переписки

Получено: 30.06.2025

Одобрено: 23.01.2026

Опубликовано: 21.03.2026

Anatomical characteristics of the labyrinth and cock crest of the human ethmoid bone in the first period of mature age according to computer tomography data

Nuriya I. Murtazina, Elena D. Lutsay, Maksim I. Anikin, Ildar R. Uryashev

Orenburg State Medical University (Orenburg, Russian Federation)

Abstract

Aim: to provide an anatomical description of the labyrinth and cock crest of the ethmoid bone in humans in the first period of adulthood based on computed tomography data.

Material and methods. The object of the study was 60 computed tomograms of the skull of people in the first period of mature age (22-35 years old - men, 21-35 years old - women), of different sexes, without pathology of the paranasal sinuses.

Results. In the first period of mature age, the value of the anteroposterior size of the labyrinth of the ethmoid bone on the right was 36.39 ± 4.25 mm, on the left, 36.04 ± 4.44 mm, with a range of values from 28.30 to 46.61 mm. The anteroposterior size of the ethmoid labyrinth on the right and left was 1.4 times greater than the height and 3 times greater than the width. The height

of the ethmoid labyrinth in females on the right and left was 26.72 ± 3.29 mm and 27.32 ± 3.39 mm, respectively, and was significantly greater than this indicator in males. The height and anteroposterior size of the cock crest in the studied group were equal, amounting to 13.98 ± 3.76 mm and 13.39 ± 2.63 mm, respectively, and were 3 times greater than its width. In 25%, a pneumatized middle nasal concha was observed, and in 21%, a pneumatized cock crest.

Conclusion. The anatomical characteristics of the ethmoid bone, as an element of the nasal cavity, paranasal sinuses, internal base of the skull, and orbit, are of great importance for choosing the optimal surgical approach, in particular in endoscopic endonasal intervention.

Keywords: ethmoid bone, ethmoid labyrinth, computed tomography, anatomy.

Conflict of interest: nothing to disclose.

Citation

Murtazina NI, Lutsay ED, Anikin MI, Uryashev IR. **Anatomical characteristics of the labyrinth and cock crest of the human ethmoid bone in the first period of mature age according to computer tomography data.** *Science and Innovations in Medicine.* 2026;11(2):86-90. DOI: <https://doi.org/10.35693/SIM686455>

Information about authors

*Nuriya I. Murtazina – MD, Cand. Sci. (Medicine), Associate professor of the Department of Otorhinolaryngology.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7898-5511>

E-mail: N.I.Murtazina@mail.ru

Elena D. Lutsay – MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor of the Department of Human Anatomy.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7401-6502>

E-mail: elut@list.ru

Maksim I. Anikin – MD, Cand. Sci. (Medicine), Associate professor, Head of the Department of Otorhinolaryngology.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1900-3039>

E-mail: m.anikin@mail.ru

Ildar R. Uryashev – 5th year student of the pediatric faculty.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-4776-8076>

E-mail: ildar_0404@mail.ru

*Corresponding author

Received: 30.06.2025

Accepted: 23.01.2026

Published: 21.03.2026

ВВЕДЕНИЕ

Решетчатая кость входит в состав костей мозгового черепа и принимает участие в формировании топографически важных областей черепа – передней черепной ямки, полости носа, глазницы. Таким образом, она входит в круг хирургических доступов для врачей офтальмологов, оториноларингологов, нейрохирургов и челюстно-лицевых хирургов. При этом патологии, требующие оперативного лечения, встречаются довольно часто.

Дефекты «крыши» решетчатого лабиринта встречаются с частотой 27–30%, они сопровождаются назальной ликвореей, пневмоцефалией, могут осложняться менингитом и приводить к летальному исходу. По данным Е.В. Шелеско [1, 2], в 70% встречаются спонтанные дефекты «крыши» решетчатого лабиринта, в 23% – травматические дефекты, в 7% – ятрогенные.

В офтальмологической практике причиной подкожной эмфиземы век чаще являются повреждения глазничной пластинки решетчатой кости, реже – повреждения стенок глазницы в области лобной пазухи или позади слезного мешка [3]. Встречаемость эмфиземы век у пациентов, перенесших дакриоцисториностомию по поводу хронического дакриоцистита, составляет 1% (22 случая из 2011).

Разновидностью доброкачественных опухолей околоносовых пазух, требующей хирургического лечения, является остеома. В лобных пазухах остеома локализуется в 52–80% случаев, в 15–22% она обнаруживается в решетчатом лабиринте [4–6].

Изучение вопросов анатомической и половой изменчивости, вариантной анатомии решетчатой кости, в том числе в прикладном аспекте, является частью паспорта научной специальности 3.3.1. «Анатомия и антропология» (медицинские науки). В литературе встречаются работы, посвященные анатомии решетчатой кости при различных краниотипах. Установлена зависимость форм ячеек лабиринта решетчатой кости и их расположения от форм основания черепа и лицевого черепа, что необходимо учитывать при планировании эндоназальных хирургических вмешательств [7]. Работа И.В. Гайворонского [8] посвящена возрастной анатомии решетчатой кости у детей от 1 до 21 года, установлен значимый прирост размеров решетчатой кости в возрастной группе 13–16 лет.

Сложное топографическое расположение решетчатой кости в черепе делает ее труднодоступной для изучения анатомическими методами. Оценить строение решетчатой пластинки, петушиного гребня, конфигурацию и глубину ольфакторных ямок, структуры остиоэатального комплекса, взаимосвязь решетчатых ячеек с носовыми раковинами, полостью носа, провести морфометрию этих структур позволяет компьютерная томография [9, 10].

ЦЕЛЬ

Дать анатомическую характеристику лабиринта и петушиного гребня решетчатой кости человека в первом периоде зрелого возраста по данным компьютерной томографии.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Объектом исследования послужили 60 компьютерных томограмм черепа людей первого периода зрелого возраста (22–35 лет – мужчины, 21–35 лет – женщины), разного пола (мужчин – 30, женщин – 30). Выборка была случайной, репрезентативной. Компьютерная томография выполнялась пациентам в связи с предполагаемой патологией головного мозга.

Из исследования *исключались* лица, имеющие по компьютерной томографии признаки патологического процесса в околоносовых пазухах, в анамнезе травмы и операции на околоносовых пазухах (данные подтверждались медицинской документацией).

Исследование выполняли на мультиспиральном компьютерном томографе Toshiba Aquilion LB 16 (Canon, Япония) с мультипланарной реконструкцией (аксиальная, коронарная, сагиттальная проекции), с шагом 0,5 мм. Технические характеристики компьютерного томографа: напряжение в трубке – 130 кВ, сила тока – 130 мА, коллимация – 0,7 мм.

На компьютерных томограммах черепа проводили оценку высоты, ширины, передне-заднего размера решетчатого лабиринта справа и слева. Высоту решетчатого лабиринта определяли как расстояние от переднего края решетчатой пластинки до нижнего края средней носовой раковины справа и слева. Ширину решетчатого лабиринта определяли как расстояние от наиболее удаленной



Рисунок 1. Компьютерная томограмма черепа, аксиальная проекция. Лабиринт решетчатой кости. Пол мужской, возраст 22 года.

Figure 1. Computer tomogram of the skull, axial projection. Labyrinth of the ethmoid bone. Gender: male, age: 22 years.

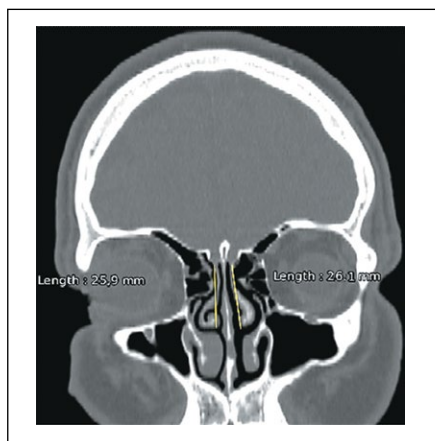


Рисунок 2. Компьютерная томограмма черепа, коронарная проекция. Определение высоты решетчатого лабиринта. Пол мужской, возраст 33 года.

Figure 2. Computer tomography of the skull, coronal projection. Determination of the height of the ethmoid labyrinth. Gender: male, age: 33 years.

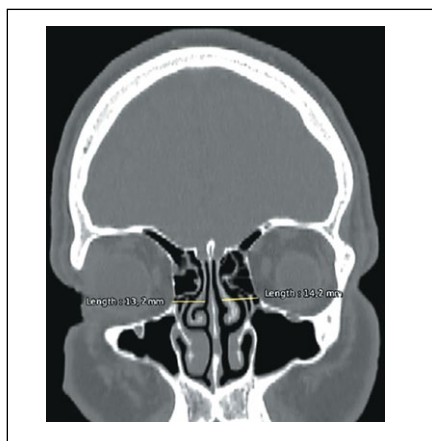


Рисунок 3. Компьютерная томограмма черепа, коронарная проекция. Определение ширины решетчатого лабиринта. Пол мужской, возраст 33 года.

Figure 3. Computer tomography of the skull, coronal projection. Determination of the width of the ethmoid labyrinth. Gender: male, age: 33 years.

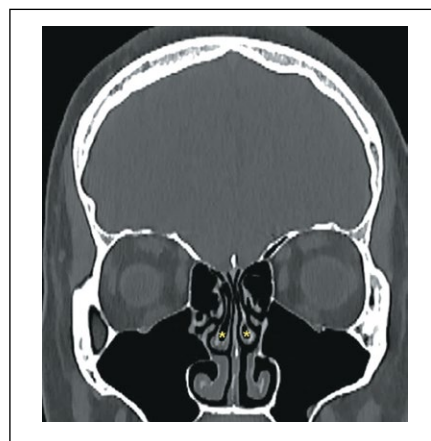


Рисунок 4. Компьютерная томограмма черепа, коронарная проекция. Пневматизированные средние носовые раковины (желтые звездочки). Пол мужской, возраст 29 лет.

Figure 4. Computer tomography of the skull, coronal projection. Pneumatized middle nasal concha (yellow stars). Gender: male, age: 29 years.

точки глазничной пластинки решетчатого лабиринта до медиального края средней носовой раковины справа и слева. Передне-задний размер решетчатого лабиринта определен как длина средней носовой раковины по месту прикрепления справа и слева [8]. Изучены линейные параметры петушиного гребня, на коронарных томограммах определяли его ширину, на томограммах в сагиттальной проекции – высоту и передне-задний размер у основания.

Статистическая обработка данных выполнена при помощи программы Statistica 6.0 на персональном компьютере. Изначально был определен характер распределения описываемых количественных признаков при помощи построения гистограмм распределения и расчета критерия Шапиро – Уилка. Распределение количественных данных не отличалось от нормального, для характеристики центральной тенденции рассчитывалась и приводилась средняя арифметическая величина (X), а для описания вариабельности признака – стандартное отклонение (Sx). В работе данные представлены в формате «X±Sx».

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Лабиринт решетчатой кости характеризуется сложным строением. На аксиальных компьютерных томограммах решетчатый лабиринт представлен ячейками, разделенными тонкими костными пластинками (рисунок 1). Ячейки отличаются многообразием форм: от щелевидных до овальных, многогранных. Количество ячеек варьирует от 8 до 16, на компьютерных томограммах определяется их расположение в несколько рядов.

Морфометрия высоты и ширины решетчатого лабиринта проведена на компьютерных томограммах в коронарной проекции (рисунки 2, 3). В первом периоде зрелого возраста высота решетчатого лабиринта справа составила 25,82±3,19 мм, слева – 26,18±3,42 мм, при наибольшем диапазоне значений слева от 16,60 до 35,10 мм. Достоверных билатеральных различий в значениях высоты решетчатого лабиринта не выявлено. Значения ширины решетчатого лабиринта справа и слева были сопоставимы и составили

11,87±1,47 мм и 11,90±1,81 мм соответственно (при диапазоне значений 7,7–16,9 мм). Передне-задний размер лабиринта решетчатой кости справа составил 36,39±4,25 мм, слева – 36,04±4,44 мм (при диапазоне значений от 28,30 до 46,61 мм). Передне-задний размер решетчатого лабиринта справа и слева преобладал над высотой в 1,4 раза, над шириной – в 3 раза.

Проведен анализ размеров решетчатого лабиринта в зависимости от пола. Как видно из таблицы 1, выявлены достоверные различия в значениях высоты решетчатого лабиринта. Высота лабиринта решетчатой кости преобладала у женщин и составила справа – 26,72±3,29 мм, слева – 27,32±3,39 мм (при диапазоне значений от 19,40 до 35,10 мм). Это согласуется с данными О.В. Мареева [11]. В группе 18–65 лет также отмечено преобладание высоты решетчатого лабиринта у женщин – 28,5±1,3 мм, у мужчин значение аналогичного размера составило 25,7±0,6 мм. Передне-задний размер лабиринта решетчатой кости преобладал у женщин, значения справа составили 36,76±4,37 мм, слева – 36,50±3,99 мм (при диапазоне колебаний от 28,30 до 43,61 мм). Ширина решетчатого лабиринта в первом периоде зрелого возраста преобладала у мужчин: справа – 12,25±1,71 мм, слева – 12,28±2,02 мм.

Показатель	Вся группа (n=60)	Мужской пол (n=30)	Женский пол (n=30)
Решетчатый лабиринт справа			
Высота	25,82±3,19	24,71±2,60*	26,72±3,29*
Ширина	11,87±1,47	12,25±1,71	11,56±1,20
Передне-задний размер	36,39±4,25	35,93±4,19	36,76±4,37
Решетчатый лабиринт слева			
Высота	26,18±3,42	24,77±2,98*	27,32±3,39*
Ширина	11,90±1,81	12,28±2,02	11,59±1,59
Передне-задний размер	36,04±4,44	35,47±5,00	36,50±3,99

Примечания: * – достоверные различия при p < 0,05.

Таблица 1. Размеры лабиринта решетчатой кости человека в первом периоде зрелого возраста, мм

Table 1. Dimensions of the labyrinth of the ethmoid bone in humans in the first period of adulthood, mm

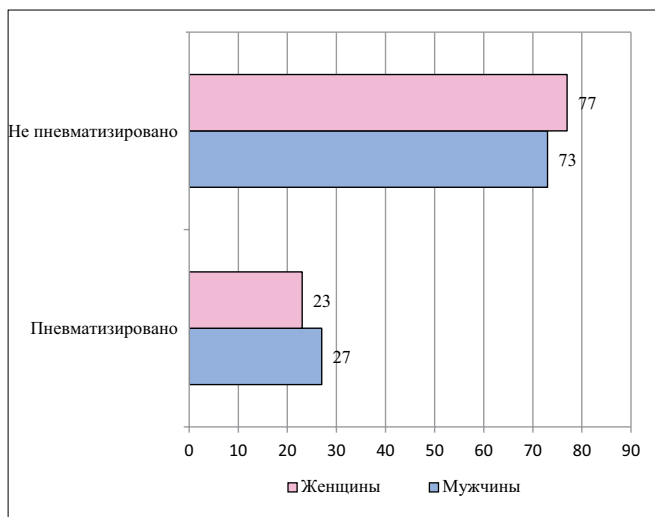


Рисунок 5. Частота встречаемости пневматизации средних носовых раковин у лиц первого периода зрелого возраста, %.

Figure 5. Frequency of occurrence of pneumatization of the middle nasal concha in individuals in the first period of mature age, %.

У мужчин значение передне-заднего размера решетчатого лабиринта справа и слева преобладало над значением высоты в 1,4 раза, над значением ширины – в 2,9 раза. У женщин значение передне-заднего размера решетчатого лабиринта справа и слева преобладало над значением высоты в 1,3 раза, над значением ширины – в 3,1 раза.

При анализе компьютерных томограмм черепа в коронарной проекции в 25% встречалась пневматизированная средняя носовая раковина. В 93% случаев одновременно были пневматизированы средние носовые раковины с двух сторон (**рисунок 4**). Встречаемость пневматизированной средней носовой раковины у мужчин составила 27%, у женщин – 23% (**рисунок 5**).

Петушиный гребень располагается по средней линии над решетчатыми пластинками и является продолжением перпендикулярной пластинки решетчатой кости. Передний его конец короткий, утолщенный, соединяется с лобной костью двумя небольшими крыльями, замыкая слепое отверстие. К изогнутому заднему концу петушиного гребня прикрепляется серп большого мозга.

На компьютерных томограммах возможна морфометрия параметров петушиного гребня. Как видно из **таблицы 2**, высота и передне-задний размер петушиного гребня у основания равны: $13,98 \pm 3,76$ мм и $13,39 \pm 2,63$ мм соответственно. По результатам исследования О.Ю. Алешкиной [12], в группе 22–60 лет передне-задний размер петушиного гребня на 3,5 мм превышает его высоту и составляет $17,8 \pm 0,2$ мм. Ширина петушиного гребня в первом периоде зрелого возраста составила $4,51 \pm 1,10$ мм (что превышает значения, полученные в исследовании О.Ю. Алешкиной, – $3,8 \pm 0,2$ мм). Высота и передне-задний размер петушиного гребня в изученной группе в 3 раза преобладали над его шириной.

При анализе размеров петушиного гребня в зависимости от пола отмечено преобладание его высоты, передне-заднего размера у мужчин. Высота петушиного гребня решетчатой кости у мужчин составила $14,92 \pm 3,44$ мм, при этом наибольший диапазон колебаний значений его высоты наблюдался у женщин – от 6,80 до 24,50 мм. Выявлены достоверные различия в значениях передне-заднего размера с преобладанием показателя у мужчин. Ширина

Показатель	Вся группа (n-60)	Мужской пол (n-30)	Женский пол (n-30)
Высота петушиного гребня			
X±Sx	13,98±3,76	14,92±3,44	13,21±3,92
Min	6,31	6,31	6,80
Max	24,50	22,10	24,50
Ширина петушиного гребня			
X±Sx	4,51±1,10	4,40±1,32	4,60±0,91
Min	2,60	2,60	3,20
Max	7,31	7,31	6,31
Передне-задний размер петушиного гребня у основания			
X±Sx	13,39±2,63	14,71±2,57*	12,32±2,21*
Min	8,71	10,51	8,71
Max	19,00	19,00	17,60

Примечания: * – достоверные различия при $p < 0,05$.

Таблица 2. Размеры петушиного гребня человека в первом периоде зрелого возраста, мм

Table 2. Dimensions of the human crista galli in the first period of adulthood, mm

петушиного гребня у женщин составила $4,60 \pm 0,91$ мм (при диапазоне колебаний от 3,20 до 6,31 мм). Значения высоты и передне-заднего размера петушиного гребня у мужчин в 3,3 раза больше его ширины. Значение высоты петушиного гребня у женщин преобладало над шириной в 2,8 раза, передне-заднего размера – в 2,6 раза.

Пневматизация петушиного гребня в первом периоде зрелого возраста составила 22% (**рисунок 6**). Частота встречаемости пневматизации петушиного гребня у женщин составила 77%, у мужчин – 23%. При определении данного показателя от общего числа женщин значение составило 33%, от общего числа мужчин – 10%. По результатам исследования И.В. Гайворонского [8], у детей чаще встречается пневматизация петушиного гребня в группе 8–12 лет (82,4%).

■ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При морфометрии лабиринта решетчатой кости во всей изученной группе справа и слева билатеральные различия не обнаружены. Установлены достоверные различия в значениях высоты решетчатого лабиринта в зависимости от пола, с преобладанием высоты лабиринта у женщин.

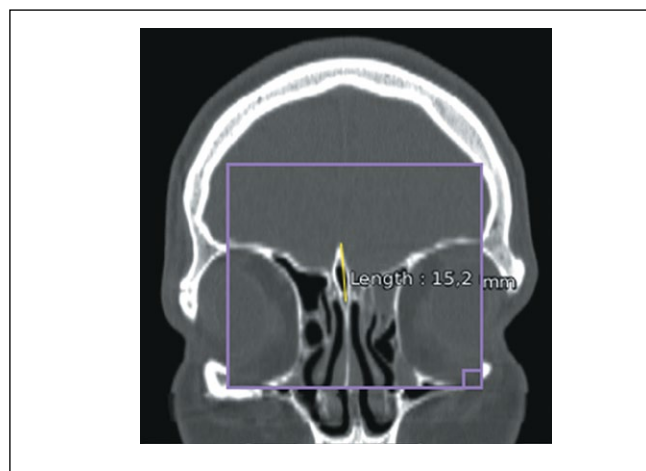


Рисунок 6. Компьютерная томография черепа, коронарная проекция. Пневматизированный петушиный гребень. Пол мужской, возраст 31 год.

Figure 6. Computer tomography of the skull, coronal projection. Pneumatized crista galli. Gender: male, age: 31 years.

Количественная характеристика петушиного гребня показала, что значения высоты и передне-заднего размера у основания сопоставимы. Установлены достоверные различия в значениях передне-заднего размера петушиного гребня у основания в зависимости от пола, с преобладанием у мужчин. Частота пневматизации петушиного гребня в изученной группе составила 22%.

Таким образом, анатомическая характеристика решетчатой кости как элемента полости носа, околоносовых пазух, внутреннего основания черепа, глазницы имеет важное значение для выбора оптимального хирургического доступа, в частности при эндоскопическом эндоназальном вмешательстве. ■


ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ	ADDITIONAL INFORMATION
Источник финансирования. Работа выполнена по инициативе авторов без привлечения финансирования.	Study funding. The study was the authors' initiative without external funding.
Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с содержанием настоящей статьи.	Conflict of interest. The authors declare that there are no obvious or potential conflicts of interest associated with the content of this article.
Участие авторов. Муртазина Н.И., Урышев И.Р.: сбор и обработка научного материала, написание текста. Луцай Е.Д.: разработка концепции исследования. Аникин М.И.: редактирование текста. Все авторы одобрили финальную версию статьи перед публикацией, выразили согласие нести ответственность за все аспекты работы, подразумевающую надлежащее изучение и решение вопросов, связанных с точностью или добросовестностью любой части работы.	Contribution of individual authors. Murtazina N.I., Uryashev I.R.: scientific data collection, systematization and analysis, writing of the manuscript. Lutsai E.D.: study concept. Anikin M.I.: editing of the text. The authors gave their final approval of the manuscript for submission, and agreed to be accountable for all aspects of the work, implying proper study and resolution of issues related to the accuracy or integrity of any part of the work.
Оригинальность. При создании настоящей работы авторы не использовали ранее опубликованные сведения (текст, иллюстрации, данные).	Statement of originality. No previously published material (text, images, or data) was used in this work.
Доступ к данным. Редакционная политика в отношении совместного использования данных к настоящей работе не применима.	Data availability statement. The editorial policy regarding data sharing does not apply to this work.
Генеративный искусственный интеллект. При создании настоящей статьи технологии генеративного искусственного интеллекта не использовались.	Generative AI. No generative artificial intelligence technologies were used to prepare this article.
Рассмотрение и рецензирование. Настоящая работа подана в журнал в инициативном порядке и рассмотрена по обычной процедуре. В рецензировании участвовали 2 внешних рецензента.	Provenance and peer review. This paper was submitted unsolicited and reviewed following the standard procedure. The peer review process involved 2 external reviewers.

REFERENCES / ЛИТЕРАТУРА

- Shelesko EV, Chernikova NA, Strunina YuV, et al. Analysis of computed tomography scans for development of differentiated approach to repair of ethmoid roof defects. *Rossiiskaya otorinolaringologiya*. 2022;21(1):74-84. [Шелеско Е.В., Черникова Н.А., Струнина Ю.В., и др. Анализ компьютерных томограмм для разработки дифференцированного подхода к пластике дефектов крыши решетчатого лабиринта. *Российская оториноларингология*. 2022;21(1):74-84]. DOI: 10.18692/1810-4800-2022-1-74-84
- Günaydin O, Çeçen A, Akgül G, et al. Giant Concha Bullosa Containing Ethmoid Bulla Inside: A Case Report. *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg*. 2025;77:2391-2394. DOI: 10.1007/s12070-025-05454-z
- Shlyakhtov MI, Naumov KG. Subcutaneous eyelid emphysema as a possible complication of endonasal endoscopic dacryocystorhinostomy. *Otrazheniye*. 2021;2(12):32-35. [Шляхтов М.И., Наумов К.Г. Подкожная эмфизема век как возможное осложнение эндоназальной эндоскопической дакриоцисториностомии. *Отражение*. 2021;2(12):32-35]. DOI: 10.25276/2686-6986-2021-2-32-35
- Vereshchagina OE, Sopko ON, Osipenko EV. Giant osteoma of ethmoidal labyrinth. *Russian otorhinolaryngology*. 2015;1(74):30-34. [Верещагина О.Е., Сопко О.Н., Осипенко Е.В. Гигантская остеома решетчатого лабиринта. *Российская оториноларингология*. 2015;1(74):30-34].
- Che SA, Lee YW, Yoo YJ. Compressive optic neuropathy due to posterior ethmoid mucocoele. *BMC Ophthalmol*. 2023;23:426. DOI: 10.1186/s12886-023-03168-w
- Tripuraneni SC, Ampajwalam D, Kishore N, et al. Supraorbital Ethmoid Air Cell – Its Role in Sinonasal Pathologies. *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg*. 2024;76:4234-4238. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12070-024-04821-6>
- Markeyeva MV, Nikolenko VN, Aleshkina OYu. Morphometric variability of ethmoid labyrinth cells in different craniotypes according to computed tomography data. *Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy*. 2018;1:72-76. (In Russ.). [Маркеева М.В., Николенко В.Н., Алешкина О.Ю. Морфометрическая изменчивость ячеек решетчатого лабиринта при различных краниотипах по данным компьютерной томографии. *Международный*

- журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2018;1:72-76]. URL: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=12068>
- Gaivoronsky IV, Markeeva MV, Aleshkina OYu, et al. Age-related features of the ethmoid bone in children and their clinical value. *Man and His Health*. 2020;3:62-71. [Гайворонский И.В., Маркеева М.В., Алешкина О.Ю., и др. Возрастные особенности решетчатой кости у детей и их клиническое значение. *Человек и его здоровье*. 2020;3:62-71]. DOI: 10.21626/vestnik/2020-3/08
- Nakatis YaA, Kuznetsov SV. "Visual reality" in rhinology. *Vestnik of Saint-Petersburg University. Medicine*. 2008;11:118-126. (In Russ.). [Накатис Я.А., Кузнецов С.В. «Визуальная реальность» в ринологии. *Вестник Санкт-Петербургского университета*. 2008;11:118-126].
- Gelashvili PA, Supilnikov AA, Islamova ESh, Yukhimets SN. Lifetime parameters of the ethmoid bone as the characteristic clinical anatomy of the nasal cavity. *Orenburg medical herald*. 2016;4(3):20-23. [Гелашвили П.А., Супильников А.А., Исламова Э.Ш., Юхимец С.Н. Прижизненные параметры решетчатой кости как характеристика клинической анатомии полости носа. *Оренбургский медицинский вестник*. 2016;4(3):20-23]. URL: https://www.orgma.ru/files/Izdatelstvo/OMV/magazines/2016/%D0%A2%D0%BE%D0%BC_IV_3.pdf
- Mareev OV, Nikolenko VN, Mareyev GO, et al. Computer visualizing of ethmoidal labyrinth in terms of craniometry and possibility of its usage in practice. *Fundamental research*. 2014;10:111-116. [Мареев О.В., Николенко В.Н., Мареев Г.О., и др. Компьютерная визуализация решетчатого лабиринта в краниологическом аспекте и возможность ее клинического применения. *Фундаментальные исследования*. 2014;10:111-116]. URL: <https://fundamental-research.ru/en/article/view?id=35224>
- Aleshkina OYu, Markeeva MV, Mareev OV, et al. Morphostereotopometric variability and spatial location of ethmoid bone structures in adults. *University proceedings. Volga region. Medical sciences*. 2017;3(43):5-12. [Алешкина О.Ю., Маркеева М.В., Мареев О.В., и др. Морфостереотопометрическая изменчивость и пространственное расположение структур решетчатой кости у взрослых людей. *Известия высших учебных заведений. Поволжский регион*. 2017;3(43):5-12]. URL: https://izvuz_mn.pnzgu.ru/files/izvuz_mn.pnzgu.ru/01317.pdf

Оригинальное исследование | Original research
DOI: <https://doi.org/10.35693/SIM702030>

 This work is licensed under CC BY 4.0
© Authors, 2026

Сравнительный анализ морфометрических параметров стопы и общих антропометрических характеристик детей 6 лет с нормальной и избыточной массой тела

Л.Н. Петухова, А.В. Маргарян, Е.А. Томилова, А.А. Ткачук

ФГБОУ ВО «Тюменский государственный медицинский университет»
Минздрава России (Тюмень, Российская Федерация)

Аннотация

Цель: изучить влияние массы тела на динамику антропометрических показателей, соматотипа и морфофункционального состояния стоп у детей шести лет.

Материал и методы. Обследовано 262 ребенка 6 лет (123 девочки, 139 мальчиков), разделенных на группы с нормальной (НМТ) и избыточной (ИзМТ) массой тела. Проведена антропометрия с расчетом индексов (Вервека, Пинье, Бругша), калиперометрия для оценки толщины кожно-жировых складок (КЖС) и компьютерная плантография стоп. Статистический анализ выполнен в SPSS 26.0.

Результаты. Выявлены статистически значимые различия ($p < 0,001$) между группами НМТ и ИзМТ по всем антропометрическим параметрам. Расчетные индексы показали преобладание мезо- и брахиморфных признаков у детей с ИзМТ и более крепкое телосложение соответственно. Суммарная толщина КЖС у детей с ИзМТ значимо превышала показатели детей с НМТ ($p < 0,001$). Плантографическое исследование показало, что у

детей с НМТ уплощение стопы сопровождается увеличением ее ширины в среднем отделе и в области пятки ($p < 0,01$). В группе ИзМТ ширина стопы изначально выше, а при уплощении значительно увеличивается длина стопы больше у мальчиков ($p < 0,001$). При этом в группе ИзМТ ширина в области пятки при уплощении свода статистически значимо не менялась ($p > 0,05$), оставаясь более широкой как в норме, так и при уплощении.

Выводы. Результаты исследования подтверждают системное влияние избыточной массы тела на антропометрические показатели, соматотип и морфофункциональное состояние стоп у детей шести лет. Наличие выраженной плантарной жировой подушки у детей с ИзМТ искажает плантографическую картину, создавая «эффект маскировки» и требуя дифференцированного подхода к диагностике.

Ключевые слова: антропометрия, плантография, калиперометрия, дети 6 лет, избыточная масса тела, индекс массы тела, морфология стопы.

Конфликт интересов: не заявлен.

Для цитирования:

Петухова Л.Н., Маргарян А.В., Томилова Е.А., Ткачук А.А. Сравнительный анализ морфометрических параметров стопы и общих антропометрических характеристик детей 6 лет с нормальной и избыточной массой тела. *Наука и инновации в медицине*. 2026;11(2):91-97. DOI: <https://doi.org/10.35693/SIM702030>

Сведения об авторах

*Петухова Людмила Николаевна – старший преподаватель кафедры теории и практики сестринского дела.
ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-2525-0098>
E-mail: lydmila.petuhova2312@yandex.ru

Маргарян А.В. – д-р мед. наук, профессор кафедры топографической анатомии и оперативной хирургии.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3497-8157>
E-mail: vanic13@mail.ru

Томилова Е.А. – д-р мед. наук, профессор кафедры нормальной физиологии.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1101-7628>
E-mail: tomilovaea@mail.ru

Ткачук А.А. – канд. мед. наук, доцент кафедры нормальной физиологии.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1612-2048>
E-mail: ponchik117@mail.ru

*Автор для переписки

Список сокращений

НМТ – нормальная масса тела; ИзМТ – избыточная масса тела; ОГК – окружность грудной клетки; ИМТ – индекс массы тела; КЖС – кожно-жировая складка; НС – нормальная стопа; УС – уплощенная стопа.

Получено: 01.02.2026

Одобрено: 23.03.2026

Опубликовано: 28.03.2026

Comparative analysis of morphometric parameters of the foot and general anthropometric characteristics of 6-year-old children with normal and excessive body weight

Lyudmila N. Petukhova, Artur V. Margaryan, Evgeniya A. Tomilova, Anna A. Tkachuk

Tyumen State Medical University (Tyumen, Russian Federation)

Abstract

Aim: to study the effect of body weight on the dynamics of anthropometric indicators, somatotype, and morphofunctional condition of the feet in six-year-old children.

Material and methods. 262 6-year-old children (123 girls, 139 boys) were examined, divided into groups normal with normal (NBW) and excessive (EBW) body weight. Anthropometry was performed with the calculation of indices (Verveck, Pinier, Brugsch), the skinfold thickness (SFT) was assessed using caliperometry, and computer plantography of the feet was performed. Statistical analysis was conducted in SPSS version 26.0. Data are presented as medians with interquartile ranges (Q1; Q3), and group differences were evaluated at $p < 0,05$.

Results. Statistically significant differences ($p < 0,001$) were found between the NBW and EBW groups in all anthropometric parameters. The calculated indices showed the predominance of meso- and brachymorphic traits in children with excessive body weight and a stronger physique, respectively. Skinfold thickness was markedly higher in the EBW group

across all measured sites ($p < 0,001$). A plantographic study showed that in children with normal weight, foot flattening is accompanied by an increase in its width in the middle and heel regions ($p < 0,01$). In the EBW group, the foot width was initially higher, and with flattening, the foot length increased significantly in boys ($p < 0,001$). At the same time, the width in the heel area did not change statistically significantly with arch flattening ($p > 0,05$) in the EBW group, remaining wider both in the normal state and with flattening.

Conclusion. The results of the study confirm the systemic effect of overweight on anthropometric parameters, somatotype and morphofunctional state of feet in children aged six years. The presence of a pronounced plantar fat cushion in children with EBW distorts the plantographic picture, creating a “masking effect” and requiring a differentiated approach to diagnosis.

Keywords: anthropometry, plantography, caliperometry, 6-year-old children, overweight; body mass index, foot morphology.

Conflict of interest: nothing to disclose.

Citation

Petukhova LN, Margaryan AV, Tomilova EA, Tkachuk AA. **Comparative analysis of morphometric parameters of the foot and general anthropometric characteristics of 6-year-old children with normal and excessive body weight.** *Science and Innovations in Medicine.* 2026;11(2):91-97. DOI: <https://doi.org/10.35693/SIM702030>

Information about authors

***Lyudmila N. Petukhova** – Senior Lecturer of the Department of Theory and Practice of Nursing.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-2525-0098>

E-mail: lydmila.petuhova2312@yandex.ru

Artur V. Margaryan – MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor of the Department of Topographic Anatomy and Operative Surgery.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3497-8157>

E-mail: vanic13@mail.ru

Evgeniya A. Tomilova – MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor of the Department of Normal Physiology.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1101-7628>

E-mail: tomilovaea@mail.ru

Anna A. Tkachuk – MD, Cand. Sci. (Medicine), Associate professor of the Department of Normal Physiology.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1612-2048>

E-mail: ponchik117@mail.ru

***Corresponding author**

Received: 01.02.2026

Accepted: 23.03.2026

Published: 28.03.2026

ВВЕДЕНИЕ

В последние десятилетия в мировом здравоохранении отмечается неуклонный рост распространенности избыточной массы тела (ИЗМТ) и ожирения среди населения, при этом особую тревогу вызывает стремительное увеличение данных показателей в детской популяции, особенно среди детей раннего и дошкольного возраста [1, 2]. Данное явление приобрело характер глобальной эпидемии и признано серьезной проблемой современного здравоохранения, поскольку обусловлено повышенным риском развития сердечно-сосудистых патологий, некоторых онкологических заболеваний, сахарного диабета 2-го типа, а также нарушений и заболеваний опорно-двигательного аппарата, прогрессирующих с возрастом [3–7].

Одним из ключевых звеньев опорно-двигательного аппарата, испытывающих повышенную нагрузку при ИЗМТ, является стопа [8]. Увеличение массы тела приводит к изменению биомеханики ходьбы, перераспределению нагрузки на стопу и как следствие – к риску деформации сводов стопы [9, 10]. Важность изучения влияния ИЗМТ на состояние стопы в детском возрасте обусловлена продолжающимся ростом и развитием костно-мышечной системы, а также потенциальной возможностью предотвращения развития необратимых деформаций. Плантография является одним из доступных и неинвазивных методов исследования стопы, позволяющим получить объективные данные о ее анатомо-функциональном состоянии. Использование плантографии позволяет оценить распределение нагрузки на различные отделы стопы, выявить наличие плоскостопия, а также определить другие деформации стопы [11]. В современных научных публикациях представлены данные, согласно которым у детей с ИЗМТ наблюдается более значительное уплощение продольного свода стопы по сравнению с детьми, имеющими нормальный вес [12, 13]. Однако, несмотря на имеющиеся данные, вопрос о специфических изменениях плантографических параметров стопы у детей 6 лет с ИЗМТ остается недостаточно изученным. Необходимы дальнейшие исследования для уточнения механизмов влияния ИЗМТ на формирование сводов стопы и разработки эффективных профилактических мероприятий. Особое значение имеет изучение данной проблемы в возрасте 6 лет, когда происходит активное формирование сводов стопы и подготовка к школьному обучению, требующему значительной статической нагрузки [14].

ЦЕЛЬ

Изучить влияние массы тела на динамику антропометрических показателей, соматотипа и морфофункционального состояния стоп у детей шести лет.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Обследовано 262 ребенка 6 лет, посещающих детские дошкольные образовательные учреждения г. Тюмени (123 девочки и 139 мальчиков), разделенных на группы с нормальной массой тела (НМТ) (99 мальчиков, 90 девочек) и ИЗМТ (40 мальчиков, 33 девочки).

Критерии включения в исследование: принадлежность детей к группе дошкольного возраста 6 лет, I–II группы здоровья, отсутствие хронических соматических заболеваний на момент исследования, наличие информированного согласия на проведение исследования от родителей / законных представителей. Исследование подтверждено решением комитета по этике при Тюменском государственном медицинском университете, выполнено в рамках утвержденного протокола № 127 от 04.03.2025 года, получено добровольное информированное согласие родителей / опекунов.

Критерии невключения в исследование: другая возрастная группа, дети, состоящие на диспансерном учете, диагноз «ожирение», отсутствие информированного согласия на проведение исследования от родителей / законных представителей, отказ участвовать в исследовании, принадлежность ребенка к III–V группам здоровья.

Комплексная оценка состояния здоровья обследуемых детей с последующим распределением по группам здоровья проводилась в соответствии с критериями, изложенными в Приложении №2 к Приказу Минздрава России от 10.08.2017 №514н «О порядке проведения профилактических медицинских осмотров несовершеннолетних».

Методика оценки физического развития включала стандартную антропометрию: измерение длины тела стоя, массы тела, окружности грудной клетки (ОГК) и расчет производных индексов.

Индекс массы тела (ИМТ) рассчитывался как частное от деления массы тела (МТ, кг) на возведенную в квадрат длину тела стоя (ДТс). $ИМТ = МТ / ДТс^2 \times 100$.

Индекс Вервека = $ДТс / (2МТ + ОГК)$ применялся для определения гармоничности развития и соматотипирования.

Индекс Пинье = $ДТс - (МТ + ОГК)$. Его значение определялось путем вычитания суммы массы тела и ОГК из показателя длины тела стоя.

Индекс Бругша (пропорциональность грудной клетки) = $(ОГК \times 100) / ДТс$.

Для определения толщины кожно-жировых складок (КЖС) применялась калиперометрия, которая проводилась в четырех точках по методике С. Врук. Измерения осуществлялись в области трехглавой и двуглавой мышц плеча, в подлопаточной области, над гребнем подвздошной кости по передней аксиллярной линии. Полученные данные

анализировались с использованием центильных таблиц, соответствующих возрасту и полу исследуемых [15].

Также были проведены плантографические измерения с использованием плантографа компьютерного «ПКС-01» (Россия). В процессе измерений были рассчитаны следующие индексы: Чижина = $(b)/(a)$, где b – ширина отпечатка в среднем отделе (мм), a – ширина выемки свода (мм). Интерпретация: 0–1,0 – норма; 1,1–2,0 – уплощенная стопа; Штритера = $(b)/(W) \times 100\%$, где b – ширина закрашенной части среднего отдела (мм), W – общая ширина стопы в этом же месте (мм). Интерпретация: от 43 до 50 – нормальная стопа, от 50 до 60 – уплощенная стопа. Также определены плантометрические параметры стопы, включающие длину стопы, ширину стопы (середина длины) и ширину стопы (область пятки) в миллиметрах.

Статистическая обработка полученных материалов проводилась с помощью пакета статистических программ SPSS 26.0. Для описания данных использовались медиана и межквартильный размах (25-й и 75-й процентиля), так как предварительный анализ (критерий Шапиро – Уилка, гистограммы, Q–Q графики) выявил асимметрию распределения, полимодальность и наличие выбросов. Сравнение групп с нормальной стопой (НС) и уплощенной стопой (УС) проводилось с использованием непараметрических методов из-за отклонения данных от нормального распределения. Критический уровень для оценки статистической значимости результатов был установлен на уровне $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

На первом этапе исследования была проведена комплексная оценка состояния здоровья 262 детей шестилетнего возраста. Следует отметить, что был выявлен значительный процент детей с ИзМТ: 33 девочки (12,8%) и 40 мальчиков (15,5%). Результаты исследования согласуются с текущей статистикой, которая показывает стабильный рост числа детей с избыточным весом и ожирением [1, 2]. В рамках исследования был проведен отдельный анализ ключевых антропометрических параметров у детей с ИзМТ и их сравнение с аналогичными показателями группы детей с НМТ. Были установлены статистически значимые отличия по большинству параметров (**таблица 1**).

Так, если масса тела у девочек с НМТ составляла 21,2 (19,3; 23,3) кг, что соответствует средним возрастным значениям (50–75 центильный коридор), то у девочек с ИзМТ медиана составила 25,3 (24,4; 26,3) кг ($p < 0,001$), что соответствует области 90–97 центиля. Аналогичная тенденция зафиксирована у мальчиков ($p < 0,001$). Показатели длины тела также продемонстрировали значимые различия. Дети с ИзМТ оказались выше своих сверстников с нормальным весом ($p < 0,001$). ОГК была закономерно выше в группе ИзМТ как у мальчиков, так и у девочек ($p < 0,001$). Медиана значения ИМТ у мальчиков группы с НМТ составили 15,8 (14,3; 16,8) кг/м², в то время как во второй группе ИзМТ этот показатель был статистически значимо выше – 18,0 (17,4; 18,4) кг/м² ($p < 0,001$). Аналогичная статистически значимая разница зафиксирована и у девочек. Особый интерес представляет анализ расчетных индексов, характеризующих тип телосложения. Индекс Вервека, отражающий соотношение продольных и поперечных размеров тела, в группе ИзМТ был значимо ниже и составил 1,08 (1,06–1,10) у обоих полов ($p < 0,001$), в то время как в группе НМТ он составил 1,17 до 1,18. Снижение данного индекса указывает на преобладание мезо- и брахиморфных признаков у детей с избыточным весом. Данная закономерность подтверждается и индексом Пинье, характеризующим крепость телосложения. У мальчиков с ИзМТ медиана индекса составила 32,4 против 38,1 в группе НМТ ($p < 0,001$). У девочек различия также более выражены ($p < 0,001$). Меньшие значения индекса Пинье в группе ИзМТ свидетельствуют о более плотном и крепком телосложении. Индекс Бругша, оценивающий пропорциональность грудной клетки относительно роста, показал значимый рост у мальчиков группы ИзМТ (52,0 против 49,6 ед.; $p < 0,001$), что свидетельствует о расширении грудной клетки. У девочек также наблюдалась тенденция к увеличению данного индекса в группе ИзМТ ($p < 0,001$). Таким образом, дети 6 лет с ИзМТ не только имеют большую массу тела, но и отличаются от сверстников более высоким ростом и специфическим соматотипом с преобладанием поперечных размеров туловища, что создает дополнительную механическую нагрузку на опорно-двигательный аппарат.

Группы показателей	Показатели	Пол	Группа НМТ (n=189)	Группа ИзМТ (n=73)	p-значение
Антропометрические показатели	Длина тела (см)	М	117,8 (113,2; 120,3)	118,7 (116,3; 122,1)	<0,001
		Д	115,3 (114,1; 117,2)	118,2 (116,1; 119,3)	
	Масса тела (кг)	М	21,3 (19,2; 24,3)	25,2 (24,3; 27,30)	<0,001
Д	21,2 (19,3; 23,3)	25,3 (24,4; 26,3)			
Расчетные индексы	ОГК (см)	М	58,5 (56,5; 61,5)	61,3 (58,3; 63,3)	<0,001
		Д	57,3 (56,3; 59,3)	59,0 (58,0; 61,0)	
	Вервека (отн. ед.)	М	1,17 (1,15;1,19)	1,08 (1,06;1,10)	<0,001
		Д	1,18 (1,16;1,19)	1,08 (1,06;1,10)	
	Пинье	М	38,1 (32,6; 43,5)	32,4 (29,2; 36,3)	<0,001
		Д	37,6 (35,2; 41,6)	33,2 (31,3; 35,30)	
Бругша (отн. ед.)	М	49,6 (47,0;53,3)	52,0 (48,8; 54,80)	<0,001	
	Д	50,0 (48,1;52,1)	51,0 (49,0; 53,0)		
ИМТ, кг/м ²	М	15,8 (14,3; 16,8)	18,0 (17,4; 18,4)	<0,001	
	Д	15,7 (14,1; 16,7)	18,1 (17,9; 18,6)		

Примечания: ИМТ – индекс массы тела, НМТ – нормальная масса тела, ИзМТ – избыточная масса тела, ОГК – окружность грудной клетки.

Различия значимы ($p < 0,05$) при сравнении между группами (НМТ и ИзМТ).

Notes: BMI – body mass index, NBW – normal body weight, EBW – excessive body weight, CC – chest circumference. The differences are significant ($p < 0,05$) when comparing between groups (NBW and EBW).

Таблица 1. Сравнительная характеристика антропометрических показателей и индексов физического развития детей 6 лет с различной массой тела, Me (Q1; Q3)

Table 1. Comparative anthropometric parameters and indices of physical development in 6-year-old children across different body weights, Me (Q1; Q3)

Пол	Группа НМТ (n=189)	Группа ИзМТ (n=73)	p-значение
М	23,0 (22,5; 23,5)	37,3 (35,7; 37,9)	<0,001
Д	26,6 (26,4; 26,7)	46,3 (45,6; 47,1)	<0,001

Примечания: НМТ – нормальная масса тела, ИзМТ – избыточная масса тела. Различия значимы (p <0,05) при сравнении между группами (НМТ и ИзМТ).

Notes: NBW – normal body weight, EBW – excessive body weight. The differences are significant (p <0.05) when comparing between groups (NBW and EBW).

Таблица 2. Суммарные показатели толщины кожно-жировых складок (мм) у детей 6 лет по данным калиперометрии, Me (Q1; Q3)

Table 2. Total skinfold thickness (mm) in 6-year-old children based on caliperometry data, Me (Q1; Q3)

На втором этапе работы была проведена детальная оценка жировотложения с использованием калиперометрии. Анализ толщины КЖС подтвердил статистически значимое преобладание подкожного жировотложения в группе с ИзМТ по всем исследуемым анатомическим точкам. Особо выраженные различия зафиксированы в суммарном показателе КЖС (**таблица 2**). У девочек группы ИзМТ сумма толщины складок составила 46,3 (45,6; 47,1) мм, что в 1,7 раза превышает показатели группы НМТ – 26,6 (26,4; 26,7) мм (p <0,001). У мальчиков также выявлен существенный прирост жирового компонента в группе ИзМТ, однако этот прирост был несколько меньше, чем у девочек.

Сравнительный анализ плантографических показателей в группе детей с НМТ показал статистически значимое изменение морфометрических характеристик стопы при уплощении ее продольного свода (УС) (**таблица 3**). Выявлено, что деформация свода стопы в группе УС сопровождается значительным «распластыванием» стопы. В группе мальчиков зафиксировано статистически значимое увеличение длины стопы (p <0,001). В группе девочек также наблюдалась тенденция к удлинению стопы: 197,0 (194,8; 199,2) мм при НС, в то время как при уплощении свода этот показатель возрастал до 198,9 (193,8; 203,9) мм, однако различия находились на уровне пограничной статистической значимости (p = 0,060). Зафиксировано статистически значимое увеличение ширины стопы в среднем отделе. Ширина стопы в области середины ее длины в группе УС увеличилась более чем на 22% по сравнению с группой НС у мальчиков (p = 0,003), у девочек (p <0,001). Также отмечено увеличение ширины в области пятки у обоих полов: (p <0,001) у мальчиков и (p = 0,025) у девочек. Применение стандартных индексов для оценки состояния

сводов показало значительное повышение степени их деформации в группе УС. Индекс Чижина, медиана которого в группе с НС составляла 0,84, при уплощении свода увеличился, достигнув 1,53 у мальчиков и 1,54 у девочек (p <0,001), что соответствует выраженному уплощению. Индекс Штритера продемонстрировал схожую динамику: в группе УС значения показателя статистически значимо превысили показатели в группе с НС, составив 54,8% у мальчиков и 53,8% у девочек (p <0,001). Таким образом, у детей 6 лет с НМТ плантографический метод позволяет статистически значимо выявить уплощение свода. Деформация характеризуется не только изменением расчетных индексов, но и статистически значимым увеличением всех линейных размеров стопы, что свидетельствует о снижении ее рессорной функции и увеличении площади контакта подошвы с опорной поверхностью.

Анализ плантограмм детей 6 лет с ИзМТ позволил выявить характерные изменения в морфологии стопы, обусловленные уплощением ее сводов (**таблица 4**). У мальчиков с ИзМТ и УС зафиксировано статистически значимое увеличение длины стопы по сравнению с группой ИзМТ и НС (p <0,001). У девочек также зафиксировано статистически значимое удлинение стопы, однако разница медиан была менее выражена (p = 0,028). Наиболее существенные изменения отмечены при анализе ширины стопы в области середины длины. У детей обоих полов с ИзМТ и УС данный показатель увеличился (p <0,001). Следует подчеркнуть, что даже в группе с НС ширина стопы у детей с избыточным весом исходно высока 59,7 (58,3; 62,6) мм, что превышает средние показатели у детей с НМТ, что объясняется наличием избыточной жировой ткани. В отличие от среднего отдела ширина стопы в области пятки не претерпела статистически значимых изменений при уплощении свода ни у мальчиков (p = 0,208), ни у девочек (p = 0,368). Но следует отметить, что этот показатель значительно выше, чем в аналогичных группах детей с НМТ. Это указывает на то, что у детей с ИзМТ адаптация стопы к нагрузке происходит преимущественно за счет среднего отдела. Индекс Чижина при переходе от НС к УС увеличился: у мальчиков – до 1,88 (1,82; 1,92), у девочек – до 1,85 (1,72; 1,92) (p <0,001). Аналогичная статистически значимая динамика зафиксирована для индекса Штритера. Его медианные значения в группе УС возросли до 58,2–58,0% у мальчиков и девочек соответственно против 48,8–46,2% в группе НС (p <0,001). Высокие значения

Группы показателей	Показатели	Пол	Группа НС (n=78)	Группа УС (n=59)	p-значение
Линейные измерения (мм)	Длина стопы	М	197,4 (195,8; 199,2)	199,7 (197,7; 201,8)	<0,001
		Д	197,0 (194,8; 199,2)	198,9 (193,8; 203,9)	0,060
	Ширина стопы (середины длины)	М	52,7 (52,2; 53,2)	64,5 (63,3; 66,1)	0,003
Д		52,3 (49,2; 55,2)	64,3 (60,6; 66,8)	<0,001	
	Ширина стопы (область пятки)	М	47,2 (45,8; 49,1)	48,2 (46,2; 50,2)	<0,001
		Д	46,2 (45,8; 48,2)	47,1 (45,1; 49,8)	0,025
Плантографические индексы	Чижина	М	0,84 (0,77; 0,91)	1,53 (1,47; 1,61)	<0,001
		Д	0,84 (0,72; 0,99)	1,54 (1,22; 1,82)	<0,001
	Штритера, %	М	45,4 (44,7; 46,1)	54,0 (51,6; 59,2)	<0,001
		Д	45,8 (43,2; 48,2)	53,8 (53,2; 54,3)	<0,001

Примечания: НС – нормальная стопа, УС – уплощенная стопа. Различия значимы (p <0,05) при сравнении между группами (НС и УС).

Notes: NF – normal foot, FF – flattened foot. The differences are significant (p <0.05) when comparing between groups (NF and FF).

Таблица 3. Морфометрические параметры стопы у детей 6 лет с нормальной массой тела в зависимости от состояния продольного свода, Me (Q1; Q3)

Table 3. Morphometric parameters of the foot in 6-year-old children with normal body weight, depending on the condition of the longitudinal arc, Me (Q1; Q3)

Группы показателей	Показатели	Пол	Группа НС (n=25)	Группа УС (n=31)	p-значение
Линейные измерения (мм)	Длина стопы	М	199,3 (197,3; 200,3)	202,5 (200,5; 204,5)	<0,001
		Д	198,8 (195,7; 199,8)	200,5 (197,4; 206,1)	
	Ширина стопы (середина длины)	М	59,7 (58,3; 62,6)	68,4 (67,3; 70,1)	<0,001
Д	59,4 (57,4; 62,2)	68,7 (65,5; 70,6)			
Плантографические индексы	Чижина	М	0,96 (0,91; 0,99)	1,88 (1,82; 1,92)	<0,001
		Д	0,94 (0,88; 0,98)	1,85 (1,72; 1,92)	
	Штритера, %	М	48,8 (45,9; 50,0)	58,2 (57,2; 60,0)	<0,001
		Д	46,2 (45,2; 49,9)	58,0 (55,6; 59,9)	

Примечания: НС – нормальная стопа, УС – уплощенная стопа. Различия значимы ($p < 0,05$) при сравнении между группами (НС и УС).
Notes: NF – normal foot, FF – flattened foot. The differences are significant ($p < 0,05$) when comparing between groups (NF and FF).

Таблица 4. Морфометрические параметры стопы у детей 6 лет с избыточной массой тела в зависимости от состояния продольного свода, Me (Q1; Q3)

Table 4. Morphometric parameters of the foot in overweight children aged 6 years, depending on the condition of the longitudinal arch, Me (Q1; Q3)

расчетных индексов в группе УС свидетельствуют о морфологической перестройке стопы, которая происходит на фоне исходно увеличенных (за счет жирового компонента) поперечных размеров.

■ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты проведенного исследования выявили системное влияние ИзМТ на морфофункциональные характеристики организма ребенка в период первого ростового сдвига. Комплексный анализ показал, что дети 6 лет с ИзМТ имеют не только количественные отличия в массе тела, но и качественные особенности соматотипа. Статистически значимое снижение индексов Вервека и Пинье в группе с ИзМТ свидетельствует о формировании мезо- и брахиморфного типов телосложения. Более высокие показатели длины тела и окружности грудной клетки у детей с ИзМТ могут быть интерпретированы как проявление акселерации. Однако такое «опережающее» развитие создает серьезный дисбаланс: мышечно-связочный аппарат ребенка оказывается не готовым к повышенным статическим и динамическим нагрузкам, что в первую очередь отражается на состоянии стоп. Данное наблюдение в полной мере согласуется с выводами S. Jandova (2024), которая в своих работах по изучению детей младшего школьного возраста подчеркивает прямую ассоциативную связь между увеличением показателей ИМТ и частотой встречаемости плоскостопия, указывая на неизбежность деформации продольного свода стопы при недостаточном уровне силовой выносливости связок [10]. Данные калиперометрии подчеркивают масштаб проблемы: суммарная толщина КЖС у девочек с ИзМТ почти вдвое превышает показатели сверстниц с НМТ. Депонирование подкожного жира происходит не только в типичных депо, но и, судя по плантографическим данным, затрагивает мягкие ткани стопы, что подтверждается данными С. Escalona-Marfil и соавт. (2023). В работе изучалась морфология стоп у детей 5–10 лет и выявлены статистически значимые различия в индексах положения и высоты свода стопы во всех весовых категориях – от дефицита массы до ожирения. Ширина средней части стопы оказалась наиболее тесно связана с массой тела, а окружность талии – с морфологическими изменениями стоп, что указывает на значимость центрального отложения жира и состава тела для опорной функции стопы [8]. Наши результаты полностью подтверждают эти данные: у детей с НМТ уплощение свода сопровождается

классическим «распластыванием» стопы. Наиболее чувствительным параметром оказалась ширина стопы в среднем отделе, которая увеличилась более чем на 11–12 мм у обоих полов ($p < 0,001$). Интересно отметить, что у мальчиков группы НМТ деформация свода ведет к статистически значимому увеличению длины стопы ($p < 0,001$), тогда как у девочек эта тенденция носит пограничный характер ($p = 0,060$). Это может свидетельствовать о большей ригидности стопы девочек в продольном направлении в данном возрасте. Группа детей с ИзМТ демонстрирует принципиально иную морфометрическую картину. Во-первых, обращает на себя внимание «стартовая» ширина стопы: у детей с ИзМТ даже при НС она составляет в среднем 59,7 мм, что на 7 мм больше, чем у сверстников с НМТ. Данный факт объясняется наличием выраженной плантарной жировой подушки, которая увеличивает площадь отпечатка, маскируя истинную конфигурацию костных структур. На этот «маскирующий» эффект указывают и А.В. Сапоговский и соавт. (2023), отмечая в своих исследованиях среди детей в возрасте от 7 до 15 лет (Санкт-Петербург), что плантографические критерии зачастую имеют лишь слабую корреляционную связь с клиническими параметрами (такими как вальгус заднего отдела или угол Dahle) именно из-за несоответствия формы отпечатка стопы и внутренних костных структур свода [11]. Во-вторых, при уплощении свода в группе ИзМТ ширина стопы достигает больших значений (68,4–68,7 мм). Примечательно, что в этой группе ширина стопы в области пятки не претерпевает статистически значимых изменений при деформации ($p > 0,05$), в то время как у детей с НМТ данный показатель значимо расширяется. Наличие выраженной жировой подушки в медиальной части стопы приводит к тому, что даже при анатомически сохранном своде отпечаток стопы у детей с ИзМТ выглядит более широким, имитируя уплощение. Это подтверждается тем фактом, что статистическая значимость различий по ширине стопы в области пятки между НС и УС в группе ИзМТ не выражена.

S. Yan и соавт. (2023) в рамках долгосрочных наблюдений за детьми в возрасте 7–8 лет выявили переходный период (ИМТ в диапазоне 18,6–19,9 кг/м²), когда появляется негативное изменение походки, связанное с изменениями в структуре свода стопы. После пересечения порога 20,8 кг/м² высота свода начинает стремительно снижаться под воздействием избыточной нагрузки [13]. Расчетные подометрические индексы (Чижина и Штритера) в нашем

исследовании во всех группах показали высокую статистическую значимость ($p < 0,001$). Однако значения индекса Чижина у детей с ИзМТ и УС значительно выше, чем в группе НМТ. Это указывает на то, что избыточный вес не только провоцирует реальное снижение сводов, но и искусственно завышает показатели на плантограмме за счет мягкотканного компонента. В этой связи результаты Д.Р. Джураева и соавт. (2024), полученные в Тюменской области, приобретают особое значение. Авторы отметили, что в общей популяции шестилетних детей (где плоскостопие достигает 30%, а уплощение – 32%) наблюдается лишь слабая корреляция между ИМТ и индексом Чижина и Штритера [16]. В контексте нашего исследования это объясняется наличием жировой подушки, которая приводит к завышению показателей даже при относительно сохранном костном своде. Таким образом, морфометрия стопы у детей с ИзМТ требует дифференцированного подхода, так как стандартные плантографические нормы могут приводить к гипердиагностике патологических состояний из-за влияния состава тела на параметры отпечатка.

■ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты исследования демонстрируют, что дети шестилетнего возраста с ИзМТ значительно отличаются от сверстников с НМТ по антропометрическим показателям, суммарной толщине кожно-жировых складок и соматотипологическим индексам. У детей с НМТ уплощение стопы сопровождается четкой трансформацией ее линейных параметров, а также ростом индексов Чижина и

Штритера. Это подтверждает высокую диагностическую эффективность плантографии для выявления нарушений рессорной функции стопы при отсутствии лишнего веса. ИзМТ у детей 6 лет выступает модифицирующим фактором морфологии стопы, увеличивая исходную ширину отпечатка в среднем отделе на 13–14% даже при анатомически сохранном своде, что обусловлено развитием подкожно-жирового слоя в области стопы. Избыточная жировая ткань в медиальной части стопы и повышенное давление массы тела «маскируют» истинное состояние сводов, что затрудняет классическую плантографическую диагностику и может приводить к ложноположительным результатам при оценке степени плоскостопия. Выявленные особенности требуют дифференцированного подхода к оценке состояния сводов стопы у детей данного возраста. При проведении профилактических осмотров необходимо учитывать, что ИзМТ является не только фактором риска деформации стопы, но и серьезным препятствием для ее объективной визуальной диагностики, что обосновывает необходимость разработки дополнительных критериев оценки сводов для детей с избыточным весом. Традиционный скрининг должен быть дополнен методами, позволяющими разграничить истинную деформацию сводов и морфологические изменения, обусловленные избытком мягких тканей. Период 6 лет является «окном возможностей» для коррекции данных нарушений, так как формирование свода еще не завершено, а своевременная нормализация массы тела может предотвратить необратимые изменения опорно-двигательного аппарата. ■

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ	ADDITIONAL INFORMATION
Этическая экспертиза. Исследование подтверждено решением комитета по этике при Тюменском государственном медицинском университете, выполнено в рамках утвержденного протокола №127 от 04.03.2025 г.	Ethical review. The study was approved by the Ethics Committee of Tyumen State Medical University and conducted under approved protocol No. 127 dated March 4, 2025.
Информированное согласие. Все законные представители (родители) подписали добровольное информированное согласие на участие детей в исследовании.	Informed consent. All legal guardians (parents) signed voluntary informed consent for the children's participation in the study.
Источник финансирования. Работа выполнена по инициативе авторов без привлечения финансирования.	Study funding. The study was the authors' initiative without external funding.
Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с содержанием настоящей статьи.	Conflict of interest. The authors declare that there are no obvious or potential conflicts of interest associated with the content of this article.
Участие авторов. Петухова Л.Н.: концепция исследования, написание текста. Маргарян А.В., Томилова Е.А.: концепция и дизайн исследования, редактирование статьи. Ткачук А.А.: сбор, обработка и анализ материала. Все авторы одобрили финальную версию статьи перед публикацией, выразили согласие нести ответственность за все аспекты работы, подразумевающую надлежащее изучение и решение вопросов, связанных с точностью или добросовестностью любой части работы.	Contribution of individual authors. Petukhova L.N.: study concept, writing of the text. Margaryan A.V., Tomilova E.A.: study concept and design, editing of the article. Tkachuk A.A.: collection, processing and analysis of material. The authors gave their final approval of the manuscript for submission, and agreed to be accountable for all aspects of the work, implying proper study and resolution of issues related to the accuracy or integrity of any part of the work.
Оригинальность. При создании настоящей работы авторы не использовали ранее опубликованные сведения (текст, иллюстрации, данные).	Statement of originality. No previously published material (text, images, or data) was used in this work.
Доступ к данным. Редакционная политика в отношении совместного использования данных к настоящей работе не применима.	Data availability statement. The editorial policy regarding data sharing does not apply to this work.
Генеративный искусственный интеллект. При создании настоящей статьи технологии генеративного искусственного интеллекта не использовали.	Generative AI. No generative artificial intelligence technologies were used to prepare this article.
Рассмотрение и рецензирование. Настоящая работа подана в журнал в инициативном порядке и рассмотрена по обычной процедуре. В рецензировании участвовали 2 внешних рецензента.	Provenance and peer review. This paper was submitted unsolicited and reviewed following the standard procedure. The peer review process involved 2 external reviewers.


REFERENCES / ЛИТЕРАТУРА

1. Gritinskaya VL, Novikova VP, Khavkin AI. Epidemiology of obesity in children and adolescents (systematic review and meta-analysis of publications over a 15-year period). *Clinical Practice in Pediatrics*. 2022;17(2):126-135. [Грицинская В.Л., Новикова В.П., Хавкин А.И. К вопросу об эпидемиологии ожирения у детей и подростков

(систематический обзор и мета-анализ научных публикаций за 15-летний период). *Вопросы практической педиатрии*. 2022;17(2):126-135]. DOI: 10.20953/1817-7646-2022-2-126-135
2. Martinchik AN, Laikam KE, Kozyreva NA, et al. Prevalence of overweight and obesity in children. *Problems of Nutrition*. 2022;91(3):64-72. [Мартинчик А.Н., Лайкам К.Э., Козырева

- Н.А., и др. Распространенность избыточной массы тела и ожирения у детей. *Вопросы питания*. 2022;91(3):64-72]. DOI: [10.33029/0042-8833-2022-91-3-64-72](https://doi.org/10.33029/0042-8833-2022-91-3-64-72)
3. Alferova VI, Mustafina SV. Long-term dynamics of the prevalence of childhood and adolescent obesity in Russia and the world. *Obesity and metabolism*. 2025;22(3):255-262. [Алферова Л.И., Мустафина С.В. Многолетняя динамика распространенности детского и подросткового ожирения в России и мире. *Ожирение и метаболизм*. 2025;22(3):255-262]. DOI: [10.14341/omet13200](https://doi.org/10.14341/omet13200)
4. Mirgorodskaya OV, Golubev NA, Ogryzko EV, Shelepova EA. Morbidity of obesity in children aged 0-17 years in the Russian Federation in the period 2018-2023. *Current problems of health care and medical statistics*. 2024(3):236-251. [Миргородская О.В., Голубев Н.А., Огрызко Е.В., Шелепова Е.А. Заболеваемость ожирением у детей в возрасте 0-17 лет в Российской Федерации в период с 2018 по 2023 год. *Современные проблемы здравоохранения и медицинской статистики*. 2024(3):236-251]. DOI: [10.24412/2312-2935-2024-3-236-251](https://doi.org/10.24412/2312-2935-2024-3-236-251)
5. Shikaleva AA, Shulaev AV, Titova SA, et al. Metabolic syndrome and obesity in children as a social and hygienic issue. *Russian Bulletin of Hygiene*. 2022;4:10-13. [Шикалева А.А., Шулаев А.В., Титова С.А., и др. Метаболический синдром и ожирение у детей как социально-гигиеническая проблема. *Российский вестник гигиены*. 2022;4:10-13]. DOI: [10.24075/rbh.2022.059](https://doi.org/10.24075/rbh.2022.059)
6. Bokova TA, Shishulina EE, Bevz AS, Kartashova DA. Comparative analysis concerning the prevalence of childhood obesity in the Moscow region. *Russian Journal of Woman and Child Health*. 2024;7(1):51-57. [Бокова Т.А., Шишулина Е.Е., Бевз А.С., Карташова Д.А. Сравнительный анализ заболеваемости ожирением детей, проживающих в Московской области. *РМЖ. Мать и дитя*. 2024;7(1):51-57]. DOI: [10.32364/2618-8430-2024-7-1-8](https://doi.org/10.32364/2618-8430-2024-7-1-8)
7. Ciężki S, Odyjewska E, Bossowski A, Głowińska-Olszewska B. Not Only Metabolic Complications of Childhood Obesity. *Nutrients*. 2024;16(4):539. DOI: [10.3390/nu16040539](https://doi.org/10.3390/nu16040539)
8. Escalona-Marfil C, Prats-Puig A, Ortas-Deunosajut X, et al. Children's foot parameters and basic anthropometry - do arch height and midfoot width change? *Eur J Pediatr*. 2023;182(2):777-784. DOI: [10.1007/s00431-022-04715-1](https://doi.org/10.1007/s00431-022-04715-1)
9. Zhulikov AL, Malanin DA, Demeshchenko MV, et al. Prevalence of flatfoot valgus deformity in children of the Volgograd region. *Journal of the Volgograd State Medical University*. 2022;19(3):108-114. [Жуликов А.Л., Маланин Д.А., Демещенко М.В., и др. Распространенность плоско-вальгусной деформации стоп у детей в Волгоградской области. *Вестник Волгоградского государственного медицинского университета*. 2022;19(3):108-114. DOI: [10.19163/1994-9480-2022-19-3-108-114](https://doi.org/10.19163/1994-9480-2022-19-3-108-114)
10. Jandova S. Flat feet occurrence among young school-age children and its association with body mass index values. *Homo*. 2024;75(1):1-7. DOI: [10.1127/homo/2024/1754](https://doi.org/10.1127/homo/2024/1754)
11. Sapogovskiy AV, Ovechkina AV, Abramov IA, et al. Footprint analysis in flatfoot assessment. *Pediatric Traumatology, Orthopaedics and Reconstructive Surgery*. 2023;11(1):67-74. [Сапоговский А.В., Овечкина А.В., Абрамов И.А., и др. Платнография в диагностике плоскостопия у детей. *Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста*. 2023;11(1):67-74]. DOI: [10.17816/PTORS121335](https://doi.org/10.17816/PTORS121335)
12. Tsiros MD, Vincent HK, Getchell N, Shultz SP. Helping Children with Obesity "Move Well" To Move More: An Applied Clinical Review. *Curr Sports Med Rep*. 2021;20(7):374-383. DOI: [10.1249/JSR.0000000000000861](https://doi.org/10.1249/JSR.0000000000000861)
13. Yan S, Zhao Y, Zhang L, Yang L. Arch-related alteration in foot loading patterns affected by the increasing extent of body mass index in children: A follow-up study. *Gait Posture*. 2023;100:247-253. DOI: [10.1016/j.gaitpost.2022.12.019](https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2022.12.019)
14. Kopaczyńska A, Bober A, Puk A, Chwałczyńska A. Evaluation of Foot Structure in Preschool Children Based on Body Mass. *Med Sci Monit*. 2024;30:e943765. DOI: [10.12659/MSM.943765](https://doi.org/10.12659/MSM.943765)
15. *Propaedeutics of Pediatric Diseases*. Eds. Kildiyarova R.R., Makarova V.I. M., 2022. (In Russ.). [Пропедевтика детских болезней. Под ред. Р.Р. Кильдияровой, В.И. Макаровой. М., 2022].
16. Dzhuraev DR, Sergeev KS, Zubik GV, Orlov SA. Variants of flat feet in children of preschool and primary school age. *University Medicine of the Urals*. 2024;10(3):8-10. (In Russ.). [Джураев Д.Р., Сергеев К.С., Зубик Г.В., Орлов С.А. Варианты плоскостопия у детей дошкольного и младшего школьного возраста. *Университетская медицина Урала*. 2024;10(3):8-10]. EDN: [SCJTPP](https://scj.tpp.ru/)

Научный обзор | Review
DOI: <https://doi.org/10.35693/SIM701831>

 This work is licensed under CC BY 4.0
© Authors, 2026

Функциональная морфология сфинктерного аппарата прямой кишки

Г.Н. Суворова, С.Н. Чемидронов, А.С. Пронина, Ю.В. Григорьева, Г.А. Севрюгина
ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет»
Минздрава России (Самара, Российская Федерация)

Аннотация

Дисфункции тазового дна в последнее время являются одной из наиболее распространенных проблем. К типичным клиническим проявлениям тазовой дисфункции относятся недержание мочи и кала, пролапс тазовых органов. Основную роль в этих рисках играет мышечно-фасциальная основа тазового дна. Признанными потенциальными факторами возникновения тазовой дисфункции являются возраст человека, ожирение, роды. Проведенный анализ более 50 источников литературы показывает значимость мышечного, слизистого, подслизистого и сосудисто-нервных

компонентов прямой кишки для выполнения сфинктерной функции. Эти знания позволят клиницистам выполнять диагностические и лечебные процедуры с минимальными негативными для пациента последствиями, учитывая морфофункциональные особенности каждого из компартментов сфинктерного аппарата.

Ключевые слова: наружный анальный сфинктер, внутренний анальный сфинктер, мышца, поднимающая задний проход, мышечное волокно.

Конфликт интересов: не заявлен.

Для цитирования:

Суворова Г.Н., Чемидронов С.Н., Пронина А.С., Григорьева Ю.В., Севрюгина Г.А. **Функциональная морфология сфинктерного аппарата прямой кишки.** Наука и инновации в медицине. 2026;11(2):98-104. DOI: <https://doi.org/10.35693/SIM701831>

Сведения об авторах

Суворова Г.Н. – д-р биол. наук, профессор, заведующая кафедрой гистологии и эмбриологии.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0462-1344>
E-mail: g.n.suvorova@samsmu.ru

***Чемидронов Сергей Николаевич** – д-р мед. наук, доцент, заведующий кафедрой анатомии человека.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9843-1065>
E-mail: s.n.chemidronov@samsmu.ru

Пронина А.С. – старший преподаватель кафедры гистологии и эмбриологии.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4143-5628>
E-mail: a.s.pronina@samsmu.ru

Григорьева Ю.В. – д-р мед. наук, профессор кафедры гистологии и эмбриологии.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7228-1003>
E-mail: yu.v.grigoreva@samsmu.ru

Севрюгина Г.А. – канд. мед наук, доцент кафедры анатомии человека.
ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-8954-4618>
E-mail: g.a.sevryugina@samsmu.ru

***Автор для переписки**

Получено: 25.01.2026

Одобрено: 25.02.2026

Опубликовано: 21.03.2026

Functional morphology of the sphincter apparatus of the rectum

Galina N. Suvorova, Sergei N. Chemidronov, Antonina S. Pronina,
Yuliya V. Grigoryeva, Galina A. Sevryugina
Samara State Medical University (Samara, Russian Federation)

Abstract

Pelvic floor dysfunction has recently become one of the most common problems. Typical clinical manifestations of pelvic dysfunction include urinary and fecal incontinence and pelvic organ prolapse. The musculo-fascial structure of the pelvic floor plays a major role in these risks. Recognized potential factors for the development of pelvic dysfunction include age, obesity, and childbirth.

An analysis of over 50 literature sources demonstrates the importance of the muscular, mucosal, submucosal, and vascular-nerve components of the

rectum in sphincter function. This knowledge will enable clinicians to perform diagnostic and therapeutic procedures with minimal adverse effects on the patient, taking into account the morpho-functional characteristics of each sphincter compartment.

Keywords: external anal sphincter, internal anal sphincter, levator ani muscle, muscle fiber.

Conflict of interest: nothing to disclose.

Citation

Suvorova GN, Chemidronov SN, Pronina AS, Grigoryeva YuV, Sevryugina GA. **Functional morphology of the sphincter apparatus of the rectum.** Science and Innovations in Medicine. 2026;11(2):98-104. DOI: <https://doi.org/10.35693/SIM701831>

Information about authors

Galina N. Suvorova – BD, Dr. Sci. (Biology), Professor, Head of the Department of Histology and Embriology.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0462-1344>
E-mail: g.n.suvorova@samsmu.ru

***Sergei N. Chemidronov** – MD, Dr. Sci. (Medicine), Associate professor, Head of the Department of Human Anatomy.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9843-1065>
E-mail: s.n.chemidronov@samsmu.ru

Antonina S. Pronina – assistant professor of the Department of Histology and Embriology.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4143-5628>
E-mail: a.s.pronina@samsmu.ru

Yuliya V. Grigoryeva – MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor of the Department of Histology and Embriology.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7228-1003>
E-mail: yu.v.grigoreva@samsmu.ru

Galina A. Sevryugina – MD, Cand. Sci. (Medicine), Associate professor of the Department of Human Anatomy.
ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-8954-4618>
E-mail: g.a.sevryugina@samsmu.ru

***Corresponding author**

Received: 25.01.2026

Accepted: 25.02.2026

Published: 21.03.2026

■ ВВЕДЕНИЕ

Изучение сфинктерных устройств организма человека важно не только с чисто теоретической точки зрения, но и имеет большое значение для практической медицины. Л.Л. Колесников, уделявший особое внимание в своих научных изысканиях различным сфинктерам, выделял «сфинктерологию» как отдельное актуальное и перспективное направление в медицине [1]. Особое место среди запирающих устройств имеет сфинктерный аппарат прямой кишки [2]. Это обусловлено высокой распространенностью нарушений континенции: до 11–15% у взрослых, чаще у женщин после родов, и у пожилых людей, что значительно влияет на качество жизни и трудоспособность [3–16].

Детальное знание анатомически сложной архитектуры сфинктерной системы прямой кишки необходимо для понимания фундаментальных механизмов как аноректальной, так и урогенитальной дисфункций. Особенно важно это знание для хирургов: выбор хирургической тактики, определение возможности выполнения сфинктеросберегающих операций требуют понимания анатомического и гистологического устройства сфинктерного аппарата прямой кишки [13–18].

Для написания данного обзора был проведен поиск литературы в базах данных PubMed, Scopus и РИНЦ. Глубина поиска составила 50 лет (1975–2025 гг.). Такой широкий временной диапазон обусловлен целью работы: представить целостную картину морфологии сфинктерного аппарата, базирующуюся как на фундаментальных классических исследованиях, заложивших основы понимания анатомии и гистологии этой области (работы Л.Л. Колесникова, Е.П. Мельмана, А. Shafik), так и на современных данных, полученных с применением новейших методов визуализации (МРТ, 3D-реконструкция, электронная микроскопия) и отражающих взгляд на проблему с позиций доказательной медицины.

Включение монографий обусловлено необходимостью описания системной анатомии и устоявшихся концепций, которые в полном объеме редко представлены в отдельных статьях. Предпочтение отдавалось источникам с высоким индексом цитирования и работам, опубликованным в рецензируемых журналах. Такой подход позволил нам проследить эволюцию взглядов на строение сфинктерного комплекса и обобщить данные разных методологических уровней – от макроскопической анатомии до ультраструктуры тканей.

■ СФИНКТЕРНЫЙ АППАРАТ ПРЯМОЙ КИШКИ

Рельефные и клапанные устройства

Согласно определению морфологов, сфинктер – это утолщение окружности пищеварительного тракта. Но сфинктерный аппарат не ограничивается мышечными сфинктерами как исполнительными механизмами, а включает рельефные устройства и систему кровеносных сосудов, способных регулировать просвет органа [13–19].

К рельефным клапанным устройствам, обеспечивающим относительную анатомическую и функциональную автономию прямой кишки, относятся изгибы ее стенки, которые формируются во фронтальной и сагиттальной

плоскостях [1, 13–18]. В сагиттальной плоскости различают два изгиба: сакральный и промежностный. Первый изгиб находится на передней поверхности крестца и копчика, приблизительно на 2 см впереди верхушки копчика, его вогнутая сторона обращена к лобковому симфизу. Второй изгиб появляется при прохождении прямой кишки через диафрагму таза, где кишка образует короткую дугу, вогнутой стороной обращенную кзади и кверху. Во фронтальной плоскости различают три изгиба. Верхний находится в области перехода сигмовидного отдела в ампулу, средний – в середине ампулы, обращен вправо, нижний – расположен слева, располагается непосредственно над тазовым дном.

Следующая система, участвующая в клапанной функции, – продольные и поперечные складки слизистой оболочки прямой кишки, которые образуются благодаря наличию в подслизистой основе пучков эластических волокон и гладких миоцитов [18–21]. Из складок, имеющих поперечное направление, наиболее выражены три – верхняя, средняя и нижняя, находящиеся в ампулярной части кишки. Верхняя и нижняя складки располагаются на левой, а средняя – на правой полуокружностях кишки. Наиболее развита средняя складка, которая содержит больше, чем другие складки, гладких миоцитов [13]. Складки спиралевидно переходят друг в друга, создавая определенную поддержку для каловых масс. Во время процесса дефекации эти рельефные структуры придают движению содержимого вращательный характер, что препятствует слишком быстрому движению кала к заднему проходу, способствует всасыванию воды и оформлению каловых масс [17–20].

Определенный вклад в выполнение клапанной функции прямой кишки вносят и продольные складки слизистой оболочки прямой кишки, расположенные ближе к заднепроходному каналу, которые называют заднепроходными столбами. Их количество колеблется от 4 до 12, в дистальной части анальные столбы соединяются складкой слизистой оболочки, которая называется анальной заслонкой. В результате формируются продольно расположенные заднепроходные (анальные, морганьевы) крипты – пазухи, ограниченные снизу полулунными заднепроходными заслонками, которые Е.П. Мельман и И.Г. Дацун называют клапанами [23]. Эти заслонки формируют гребень, его свободный край обозначается как зубчатая аноректальная линия, которая является границей между столбовой и промежуточной зонами анального канала. Кроме постоянных (анатомических) складок, имеющих поперечное направление, можно обнаружить множество временных (физиологических) складок, имеющих продольное направление [24].

Мышечный компонент.

Внутренний анальный сфинктер

Непосредственно мышечные запиратели образованы двумя сфинктерами – внутренним и наружным. Внутренний сфинктер, образованный гладкой мышечной тканью, по сути представляет собой утолщение внутреннего циркулярного слоя мышечной оболочки прямой кишки. Этот сфинктер непосредственно отвечает за невозможность случайного прохождения газов и жидких фекалий [25–27]. Считается, что в покое состоянии именно он обеспечивает 60–80% давления. Пучки миоцитов внутреннего

сфинктера располагаются как циркулярно, так и по полой спирали. Мышечная ткань этого сфинктера достаточно мономорфна, доминирующей субпопуляцией являются компактно расположенные темные миоциты. Среди них встречаются одиночно расположенные малые миоциты, а также клетки Кахала. В дистальной части внутреннего сфинктера между компартаментами миоцитов встречаются прослойки продольно расположенных пучков миоцитов наружного слоя мышечной оболочки, что, вероятно, не только способствует его фиксации, но и поднимает сфинктер во время дефекации [25, 26].

Исследование мышечных компарментов внутреннего сфинктера обнаруживает, что образующие его светлые и темные миоциты располагаются без определенной концентрации, интегрируясь в единую систему [27]. Миоциты одноядерные, чаще всего ядра имеют палочковидную или овальную форму, в зависимости от функционального состояния клетки конфигурация ядра может изменяться, в этом случае ядерная оболочка образует инвагинации. Цистерны эндоплазматической сети и свободные рибосомы в основном локализируются в околядерных участках, в то время как митохондрии в основном располагаются между миофиламентами и под плазмолеммой (рисунок 1). Основной объем миоцитов занимает сократительный аппарат, организованный в виде плотно упакованных актиновых и миозиновых миофиламентов. Плотные тельца многочисленны, располагаются как между миофиламентами, так и на внутренней поверхности плазмолеммы.

Светлые миоциты составляют около 17% от популяции мышечных клеток, отличаются более рыхлым расположением сократительных филаментов, часто содержат свободную от миофиламентов подплазмолеммную зону, что, по мнению В.А. Говырина и Т.Е. Корнеевой (1994), является признаком расслабления мышечных клеток [28].

В миоцитах хорошо развита система везикул, представленная кавеолами, расположенными под плазмолеммой. В целом миоциты формируют единую функциональную систему, которая обеспечивается различными типами взаимодействий. На боковых поверхностях и концевых участках часто встречаются интердигитации. Наиболее частыми являются простые неспециализированные контакты, их протяженность в среднем составляет 2-3 мкм. Между простыми контактами, особенно в зонах интердигитаций, встречаются специализированные контакты – десмосомы и нексусы [29]. В зонах контакта в виде десмосом под плазмолеммой часто концентрируются везикулы и элементы гладкой эндоплазматической сети, которая, как известно, является местом депонирования несвязанного кальция [30, 31].

Мышечные компарменты внутреннего сфинктера отделены друг от друга прослойками интерстиция, который представлен коллагеновыми и эластическими волокнами, расположенными в аморфном матриксе. Коллагеновые фибриллы и волокна располагаются вдоль продольной оси миоцитов, интимно вплетаясь в их сарколемму. Кроме того, по мнению А.С. Пыасов, Ф.С. Тураев (2021), соседние компарменты миоцитов обмениваются эластическими волокнами. Далее эти волокна проходят через сфинктер и выходят на поверхность, обращенную к просвету кишечника, где фиксируются на мышечном основании анальных столбов, формируя эластический каркас гребенчатой зоны

[30]. Эти эластические волокна частично перекидываются через нижний край внутреннего анального сфинктера в латеральном направлении снизу вверх и заканчиваются в межсфинктерной зоне.

Кроме этого, внутренний сфинктер в отдельных местах подкрепляется пучками продольно расположенных миоцитов, которые изгибаются и в виде дуг пересекают циркулярно расположенные пучки мышечных клеток. Внутренний сфинктер находится в состоянии постоянного тонического сокращения, он тонко реагирует на возрастание внутрибрюшного давления, контролируется как симпатическими, так и парасимпатическими волокнами [20–23]. Расслабление внутреннего сфинктера не зависит от поступающей в анальный отдел перистальтической волны, а вызывается растяжением ампулярной части прямой кишки, предшествуя дефекации.

Мышечный компонент. Наружный анальный сфинктер и мышца, поднимающая задний проход

Вокруг внутреннего сфинктера расположен наружный сфинктер прямой кишки, которому одни авторы отводят ведущую роль в герметизации прямой кишки [30, 31], другие считают, что он обеспечивает 20–25% давления в покоем анальном канале [32]. Этот сфинктер заканчивается ниже внутреннего, его волокна охватывают нижний край внутреннего сфинктера таким образом, что последний как бы «включен» в наружный [33]. Мышечные элементы наружного сфинктера вплетаются в дерму кожи, в сухожильный центр промежности, а у мужчин они соединены с гладкой мускулатурой перепончатой части уретры. Также есть работы, показывающие, что мышечные петли этого сфинктера переходят одна в другую, прикрепляются к лобковой мышце прямой кишки, а также к лобковой кости и копчику.

Фиксация наружного и внутреннего сфинктеров обеспечивается мышцей, поднимающей задний проход, большинство волокон которой прочно вплетены в нижнюю часть прямой кишки [34–43]. Более того, пучки *m. levator ani*

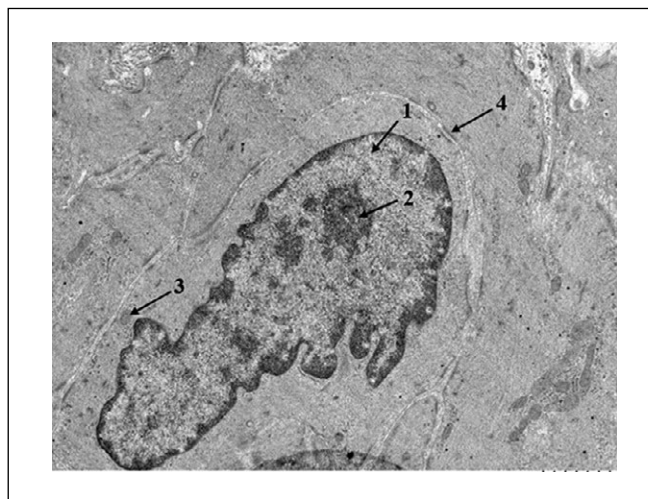


Рисунок 1. Ультраструктура фрагмента гладкого миоцита внутреннего сфинктера прямой кишки: 1 – ядро; 2 – ядрышко; 3 – митохондрии; 4 – десмосома. ТЭМ. Увеличение $\times 6000$ (фото А.С. Прониной, 2025).

Figure 1. Ultrastructure of a fragment of a smooth muscle cell of the internal sphincter of the rectum: 1 – nucleus; 2 – nucleolus; 3 – mitochondria; 4 – desmosome. TEM. $\times 6000$ magnification (photo by A.S. Pronina, 2025).

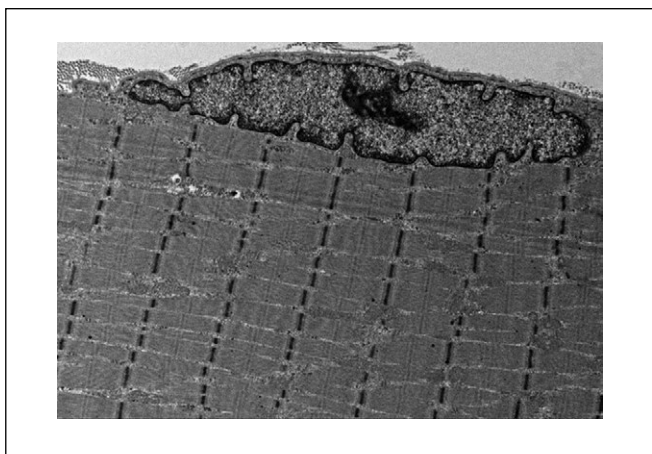


Рисунок 2. Фрагмент мышечного волокна поперечнополосатой мышечной ткани наружного сфинктера прямой кишки. Контрольная группа. ТЭМ. Увеличение x5000 (фото Г.Н. Суворовой).
Figure 2. Fragment of a muscle fiber of striated muscle tissue of the external sphincter of the rectum. Control group. TEM. x5000 magnification (photo by G.N. Suvorova).

переплетаются с пучками наружного слоя мышечной оболочки, которую некоторые авторы называют объединенной продольной мышцей. Эта объединенная мышца проникает в слой между наружным и внутренним сфинктером [39, 44]. В дистальном направлении объединенная продольная мышца формирует центральное сухожилие, которое делит наружный сфинктер на три части: глубокую, поверхностную и наружную подкожную.

Наиболее поверхностно располагается подкожная порция, которая фиксирована в дерме кожи. Глубже располагается поверхностный слой наружного сфинктера, который фиксируется на сухожильном центре промежности. Глубокий слой в виде кольца охватывает внутренний сфинктер.

Мышечные волокна всех порций наружного сфинктера имеют строение, типичное для поперечнополосатой скелетной мышечной ткани (**рисунок 2**). Они представляют собой клеточно-симпластические структуры, снаружи покрытые базальной мембраной [21, 29].

Центральная часть волокон содержит плотно расположенные миофибриллы, между которыми находятся одиночно расположенные митохондрии и цистерны саркоплазматической сети. Миосателлитоциты достаточно редки, располагаются между плазмолеммой симпласта и базальной мембраной мышечного волокна. Эндомизий содержит в основном коллагеновые волокна, в небольшом количестве – эластические.

Самая сильная фиксация сфинктерного аппарата, по мнению большинства авторов, обеспечивается мышцей, поднимающей задний проход [26–29, 36–38]. Эта мышца образована поперечнополосатой скелетной мышечной тканью, мышечные волокна которой состоят из миосимпласта и миосателлитоцитов. Следует отметить, что в ультраструктурной организации мышечной ткани нет зависимости от пола человека. Миосимпласты покрыты плазмолеммой и базальной мембраной (**рисунок 3**).

Ядра миосимпластов имеют различную электронную плотность, чаще всего в них преобладает мелкодисперсный хроматин, гетерохроматин располагается под карриолеммой, вокруг ядер, а также в виде скопления под

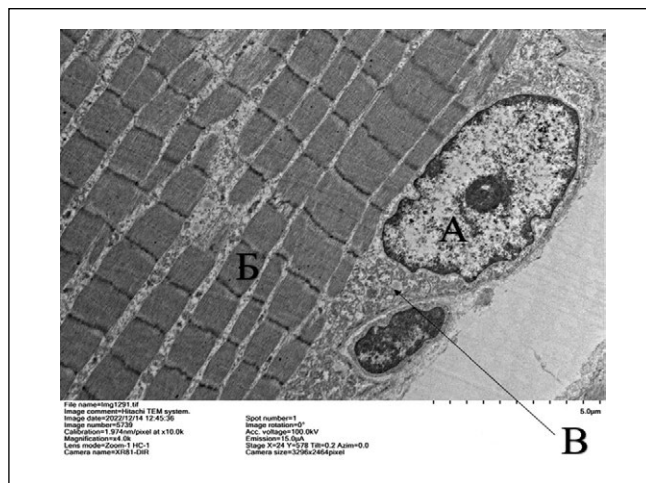


Рисунок 3. Фрагмент мышечного волокна мышцы, поднимающей задний проход: А – ядро миосимпласта, Б – миофибриллы, В – скопление митохондрий вокруг ядра и под сарколеммой. Увеличение x10 000 (фото С.Н. Чемидронова).
Figure 3. Fragment of a muscle fiber of the levator ani muscle: A – myosimplast nucleus, B – myofibrils, C – accumulation of mitochondria around the nucleus and under the sarcolemma. x10000 magnification (photo by S.N. Chemidronov).

сарколеммой располагаются митохондрии (**рисунок 4**). Миосателлитоциты располагаются крайне редко, в соответствии с единой характеристикой скелетной мышечной ткани, отделены от миосимпласта плазмолеммой, снаружи покрыты базальной мембраной.

Миофибриллы, занимающие основной объем миосимпласта, располагаются по его продольной оси, одиночно расположенные митохондрии располагаются на уровне светлых дисков. Эндомизий содержит коллагеновые фибриллы, вплетающиеся в базальную мембрану. Мышечные волокна подчас располагаются настолько плотно, что коллагеновые фибриллы вплетаются в сарколемму соседних волокон.

Следует отметить, что в мышечных тканях сфинктеров и мышцы, поднимающей задний проход, волокнистые

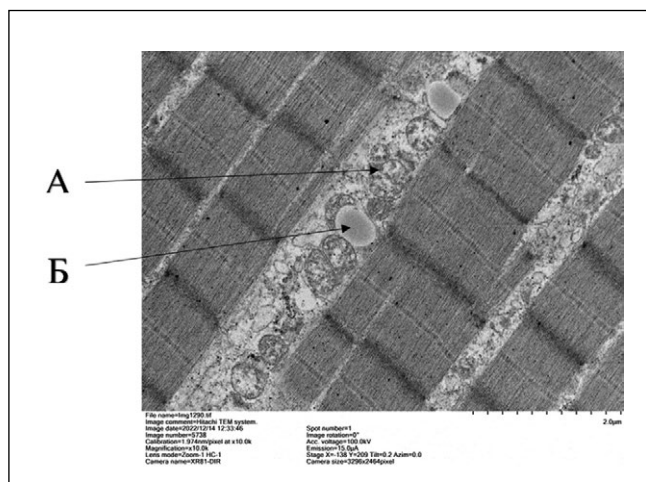


Рисунок 4. Фрагмент мышечного волокна мышцы, поднимающей задний проход: А – митохондрии, расположенные между миофибриллами, Б – липидная капля. Увеличение x10 000 (фото С.Н. Чемидронова).
Figure 4. Fragment of a muscle fiber of the levator ani muscle: A – mitochondria located between myofibrils, B – lipid droplet. x10000 magnification (photo by S.N. Chemidronov).

структуры эндо- и перимизия, перестраиваясь в различных направлениях, не просто окружают пучки миоцитов и мышечных волокон, но объединяют сфинктеры в единое анатомическое образование, тем самым, возможно, обеспечивая синхронность работы внутреннего и наружного сфинктеров.

Сосудистый компонент как вспомогательный запирающий механизм

Кроме перечисленных рельефных и мышечных устройств, сфинктерный аппарат имеет в качестве вспомогательных элементов подслизистые вены. Последние, расположенные над сфинктерами, образуют венозные сплетения большой емкости, которые, по мнению ряда авторов, например, В.Ф. Байтингера и соавт. (1993), являются своеобразными «подушками» при открывании и закрывании сфинктера [39–46].

Прямокишечное венозное сплетение включает внутреннюю часть – подслизистое венозное сплетение и наружную часть – вены наружной оболочки. В подслизистой основе вены неодинакового калибра соединяются между собой многочисленными разнонаправленными анастомозами. В

отдельных местах они расширяются, формируя ампулы и лакуны. Кроме того, на уровне анальных заслонок могут появляться артериоловеноулярные анастомозы. Согласованное наполнение и дренаж сосудистого сплетения анального канала обеспечивается «сфинктерным» механизмом, присущим сосудам [47–52].

В целом в этой области формируются кавернозные структуры, богатые механо- и барорецепторами, которые не просто регулируют дренаж и депонирование крови, но и обеспечивают гидравлическую герметизацию прямой кишки: после опорожнения прямой кишки кавернозные вены заполняются кровью, подслизистая основа утолщается, и происходит эластическое смыкание анального отверстия.

■ ВЫВОДЫ

Таким образом, конструктивная основа сфинктерного устройства анального отдела прямой кишки характеризуется как макроскопической, так и микроструктурной оригинальностью, и сложностью его архитектуры. Эти особенности необходимо учитывать при проведении хирургического, рентгенологического или эндоскопического обследований. ■

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ	ADDITIONAL INFORMATION
Источник финансирования. Работа выполнена по инициативе авторов без привлечения финансирования.	Study funding. The study was the authors' initiative without external funding.
Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с содержанием настоящей статьи.	Conflict of interest. The authors declare that there are no obvious or potential conflicts of interest associated with the content of this article.
Участие авторов. Суворова Г.Н.: разработка концепции, дизайн исследования. Чемидронов С.Н.: редактирование рукописи. Пронина А.С., Григорьева Ю.В., Севрюгина Г.А.: подбор научной литературы, ее анализ, написание текста рукописи. Все авторы одобрили финальную версию статьи перед публикацией, выразили согласие нести ответственность за все аспекты работы, подразумевающую надлежащее изучение и решение вопросов, связанных с точностью или добросовестностью любой части работы.	Contribution of individual authors. Suvorova G.N.: concept development, study design. Chemidronov S.N.: editing of the manuscript. Pronina A.S., Grigoryeva Yu.V., Sevryugina G.A.: selection of scientific literature, its analysis, writing of the manuscript. The authors gave their final approval of the manuscript for submission, and agreed to be accountable for all aspects of the work, implying proper study and resolution of issues related to the accuracy or integrity of any part of the work.
Оригинальность. При создании настоящей работы авторы не использовали ранее опубликованные сведения (текст, иллюстрации, данные).	Statement of originality. No previously published material (text, images, or data) was used in this work.
Доступ к данным. Редакционная политика в отношении совместного использования данных к настоящей работе не применима.	Data availability statement. The editorial policy regarding data sharing does not apply to this work.
Генеративный искусственный интеллект. При создании настоящей статьи технологии генеративного искусственного интеллекта не использовали.	Generative AI. No generative artificial intelligence technologies were used to prepare this article.
Рассмотрение и рецензирование. Настоящая работа подана в журнал в инициативном порядке и рассмотрена по обычной процедуре. В рецензировании участвовали 2 внешних рецензента.	Provenance and peer review. This paper was submitted unsolicited and reviewed following the standard procedure. The peer review process involved 2 external reviewers.


ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Kolesnikov LL. *The human sphincter apparatus*. SPb., 2000. (In Russ.). [Колесников Л.Л. *Сфинктерный аппарат человека*. СПб., 2000].
- Jorge JMN, Bustamante-Lopez LA, Froehner I. Anatomy of the Anorectal Region and Pelvic Floor. In: *Anorectal Physiology*. 2020. Springer, Cham. DOI: [10.1007/978-3-030-43811-1](https://doi.org/10.1007/978-3-030-43811-1)
- Kadam-Halani PK, Arya LA, Andy UU. Clinical anatomy of fecal incontinence in women. *Clin Anat*. 2017(7):901-911. DOI: [10.1002/ca.22951](https://doi.org/10.1002/ca.22951)
- Hoey RF, Hubscher CH. Investigation of Bowel Function with Anorectal Manometry in a Rat Spinal Cord Contusion Model. *J Neurotrauma*. 2020;37(18):1971-1982. DOI: [10.1089/neu.2020.7145](https://doi.org/10.1089/neu.2020.7145)
- Nygaard I, Shaw M. Physical activity and the pelvic floor. *Am J Obstet Gynecol*. 2016;214(2):164-171. DOI: [10.1016/j.ajog.2015.08.067](https://doi.org/10.1016/j.ajog.2015.08.067)
- Muro S, Tsukada Y, Ito M, et al. The series of smooth muscle structures in the pelvic floors of men: dynamic coordination of smooth and skeletal muscles. *Clin Anat*. 2021;34(2):272-282. DOI: [10.1002/ca.23713](https://doi.org/10.1002/ca.23713)
- De Lancey J. Functional anatomy of the pelvic floor and urinary continence mechanism. In: *Pelvic floor reeducation. Principles and practice*. New York, 1994:9-21.
- Ferreira S, Ferreira M, Carvalhais A, et al. Re-education of pelvic floor muscles in volleyball athletes. *Rev Assoc Med Bras*. 2014;60: 428-433. DOI: [10.1590/1806-9282.60.05.010](https://doi.org/10.1590/1806-9282.60.05.010)
- Okada T, Hasegawa S, Nakamura T, et al. Precise three-dimensional morphology of the male anterior anorectum reconstructed from large serial histologic sections: a cadaveric study. *Dis Colon Rectum*. 2019;62:1238-1247. DOI: [10.1097/DCR.0000000000001449](https://doi.org/10.1097/DCR.0000000000001449)
- Escalona-Vargas D, Oliphant S, Siegel E, Eswaran H. Characterizing pelvic floor muscles activities using magnetomyography. *Neurourology Urodyn*. 2019;38(1):151-157. DOI: [10.1002/nau.23870](https://doi.org/10.1002/nau.23870)
- Stansfield E, Mitteroecker P, Umek W, Fischer B. The variation in shape and thickness of the pelvic floor musculature in males and females: a geometric-morphometric analysis. *Int Urogynecol J*. 2023;34(2):453-461. DOI: [10.1007/s00192-022-05311-5](https://doi.org/10.1007/s00192-022-05311-5)

12. Shaw JM, Nygaard IE. Role of chronic exercise on pelvic floor support and function. *Curr Opin Urol.* 2017;27(3):257-261. DOI: [10.1097/MOU.0000000000000390](https://doi.org/10.1097/MOU.0000000000000390)
13. Li L, Ren X, Xiao H, et al. Normal anorectal musculatures and changes in anorectal malformation. *Pediatr Surg Int.* 2020;36(1):103-111. DOI: [10.1007/s00383-019-04583-1](https://doi.org/10.1007/s00383-019-04583-1)
14. Akseenko AV. The human sigma-rectal sphincter: clinical and morphological parallels. In: *Sphincters of the digestive tract.* Tomsk, 1994:182-192. (In Russ.). [Аксененко А.В. Сигмаректальный сфинктер человека: клинические и морфологические параллели. В сб.: *Сфинктеры пищеварительного тракта.* Томск, 1994:182-192].
15. Chen JH, Nirmalathasan S, Pervez M, et al. The Sphincter of O'Beirne – Part 1: Study of 18 Normal Subjects. *Dig Dis Sci.* 2021;66(10):3516-3528. DOI: [10.1007/s10620-020-06657-w](https://doi.org/10.1007/s10620-020-06657-w)
16. Chen JH, Collins SM, Milkova N, et al. The Sphincter of O'Beirne – Part 2: Report of a Case of Chronic Constipation with Autonomous Dyssynergia. *Dig Dis Sci.* 2021;10:3529-3541. DOI: [10.1007/s10620-020-06723-3](https://doi.org/10.1007/s10620-020-06723-3)
17. Lin AY, Dinning PG, Milne T, et al. The “rectosigmoid brake”: review of an emerging neuromodulation target for colorectal functional disorders. *Clin Exp Pharmacol Physiol.* 2017;44:719-728. DOI: [10.1111/1440-1681.12760](https://doi.org/10.1111/1440-1681.12760)
18. Lin AY, Du P, Dinning PG, et al. High-resolution anatomic correlation of cyclic motor patterns in the human colon: evidence of a rectosigmoid brake. *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol.* 2017;312: G508-G515. DOI: [10.1152/ajpgi.00021.2017](https://doi.org/10.1152/ajpgi.00021.2017)
19. Suvorova GN, Vologdina NN, Chemidronov SN, et al. Ultrastructural and metabolic organization of the rectum external sphincter. *Izvestiya of the Samara Russian Academy of Sciences scientific center.* 2014;16;5(4):1241-1243. [Суворова Г.Н., Вологодина Н.Н., Чемидронов С.Н. и др. Ультраструктурная и метаболическая организация наружного сфинктера прямой кишки. *Известия Самарского научного центра Российской академии наук.* 2014;16;5(4):1241-1243].
20. Russel JG, Donoghue V. Rectal fold thickness as an indicator of disease. *Clinical Radiology.* 1983;34:427-431. DOI: [10.1016/s0009-9260\(83\)80232-3](https://doi.org/10.1016/s0009-9260(83)80232-3)
21. Huizinga JD, Liu L, Barbier A, Chen JH. Distal Colon Motor Coordination: The Role of the Coloanal Reflex and the Rectoanal Inhibitory Reflex in Sampling, Flatulence, and Defecation. *Front Med (Lausanne).* 2021;8:720558. DOI: [10.3389/fmed.2021.720558](https://doi.org/10.3389/fmed.2021.720558)
22. Milkova N, Parsons SP, Ratcliffe E, et al. On the nature of high-amplitude propagating pressure waves in the human colon. *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol.* 2020;318(4):G646-G660. DOI: [10.1152/ajpgi.00386.2019](https://doi.org/10.1152/ajpgi.00386.2019)
23. Melman EP, Datsun IG. *Functional morphology of the rectum and structural basis of the pathogenesis of hemorrhoids.* М., 1986. (In Russ.). [Мельман Е.П., Дацун И.Г. *Функциональная морфология прямой кишки и структурные основы патогенеза геморроя.* М., 1986].
24. Guschin YaA, Muzhikyan AA, Shedko VV, et al. Comparative morphology of the lower gastrointestinal tract of experimental animals and humans. *International Journal of Veterinary Medicine.* 2018;1:138-150. [Гущин Я.А., Мужикян А.А., Шедько В.В., и др. Сравнительная морфология нижнего отдела желудочно-кишечного тракта экспериментальных животных и человека. *Международный вестник ветеринарии.* 2018;1:138-150]. URL: <https://vetjournal.spbgovm.ru/jour/article/viewFile/446/444>
25. Barmin VYu, Studnitsky VB, Medvedev MA. Electrophysiological and contractile properties of smooth muscle cells of the internal anal sphincter. In: *Sphincters of the digestive tract.* Tomsk, 1994:193-201. (In Russ.). [Бармин В.Ю., Студницкий В.Б., Медведев М.А. Электрофизиологические и сократительные свойства гладкомышечных клеток внутреннего анального сфинктера. В сб.: *Сфинктеры пищеварительного тракта.* Томск, 1994:193-201].
26. Somlyo AV, Frabzini-Armstrong C. New views of smooth muscle structure using freezing depetching and rotary shadowing. *Experientia.* 1985;41(7):841-85. DOI: [10.1007/BF01970000](https://doi.org/10.1007/BF01970000)
27. Пронина А.С. Строение гладкой мышечной ткани внутреннего сфинктера прямой кишки в условиях постнатального гипогонадизма. *Оренбургский медицинский вестник.* 2025;13(2):258.
28. Zashikhin AL, Agafonov YuV, Dolgikh OV. Phenotypic modulation of gallbladder smooth muscle cells during the development of acalculous cholecystitis. *Journal of medical and biological research.* 2022;10(2):161-166. [Зашихин А.Л., Агафонов Ю.В., Долгих О.В. Фенотипическая трансформация гладких миоцитов стенки желчного пузыря при развитии некалькулезного холецистита. *Журнал медико-биологических исследований.* 2022;10(2):161-166]. DOI: [10.37482/2687-1491-Z102](https://doi.org/10.37482/2687-1491-Z102)
29. Suvorova GN. Histogenesis of the muscular tissue of the external sphincter of the rectum. *Morphological Newsletter.* 2001;1-2:87-89. (In Russ.). [Суворова Г.Н. Гистогенез мышечной ткани наружного сфинктера прямой кишки. *Морфологические ведомости.* 2001;1-2:87-89].
30. Shmurak MI. The feces flow in colon: biomechanics, rheology, simulation. *Russian journal of biomechanics.* 2022;4:73-87. [Шмурак М.И. Течение каловых масс в толстом кишечнике: биомеханика, реология, моделирование. *Российский журнал биомеханики.* 2022;4:73-87]. URL: <https://ered.pstu.ru/index.php/rjb/article/viewFile/3599/2921>
31. Neves Jorge JM, Habr-Gama A. *Anatomy and Embryology of the Colon, Rectum, and Anus.* Springer-Verlag, New York, 2007:1-22.
32. Milto IV. *Human functional morphology.* Viscerologiya. М., 2023. (In Russ.). [Мильто И.В. *Функциональная морфология человека.* Висцерология. М., 2023].
33. Kolesnikov LL. *Sphincterology.* М., 2008. (In Russ.). [Колесников Л.Л. *Сфинктерология.* М., 2008].
34. Ashton-Miller JA, Delancey JO. Functional anatomy of the female pelvic floor. *Ann N Y Acad Sci.* 2007;1101:266-296. DOI: [10.1196/annals.1389.034](https://doi.org/10.1196/annals.1389.034)
35. Muctar S, Schmidt WU, Batzill W, et al. Functional anatomy of the female pelvic floor: interdisciplinary continence and pelvic floor surgery. *Die Urologie.* 2011;50(7):785-91. DOI: [10.1007/s00120-011-2605-8](https://doi.org/10.1007/s00120-011-2605-8)
36. Barleben A, Mills S. Anorectal anatomy and physiology. *Surg Clin North Am.* 2010;90:1-15. DOI: [10.1016/j.suc.2009.09.001](https://doi.org/10.1016/j.suc.2009.09.001)
37. Betschart C, Kim J, Miller JM, et al. Comparison of muscle fiber directions between different levator ani muscle subdivisions: *In vivo* MRI measurements in women. *Int Urogynecol J.* 2014;25:1263-1268. DOI: [10.1007/s00192-014-2395-9](https://doi.org/10.1007/s00192-014-2395-9)
38. Tsukada Y, Ito M, Watanabe K, et al. Topographic anatomy of the anal sphincter complex and levator ani muscle as it relates to intersphincteric resection for very low rectal disease. *Dis Colon Rectum.* 2016;59:426-433. DOI: [10.1097/DCR.0000000000000565](https://doi.org/10.1097/DCR.0000000000000565)
39. Timoh KN, Deffon J, Moszkowicz D, et al. Smooth muscle of the male pelvic floor: an anatomic study. *Clin Anat.* 2020;33:810-822. DOI: [10.1002/ca.23515](https://doi.org/10.1002/ca.23515)
40. Moser H, Leitner M, Baeyens J, et al. Pelvic floor muscle activity during impact activities in continent and incontinent women: a systematic review. *Int Urogynecol J.* 2018;29(2):179-196. DOI: [10.1007/s00192-017-3441-1](https://doi.org/10.1007/s00192-017-3441-1)
41. Muro S, Akita K. Pelvic floor and perineal muscles: a dynamic coordination between skeletal and smooth muscles on pelvic floor stabilization. *Anat Sci Int.* 2023;98(3):407-425. DOI: [10.1007/s12565-023-00717-7](https://doi.org/10.1007/s12565-023-00717-7)
42. Shafik A. A new concept of the anatomy of the anal sphincter mechanism and the physiology of defecation. II. Anatomy of the levator ani muscle with special reference to the puborectalis. *Invest Urol.* 1975;13:175-182. PMID: [1193814](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1193814/)
43. Shafik A. Levator ani muscle: new physioanatomical aspects and role in the micturition mechanism. *World J Urol.* 1999;17:266-273. DOI: [10.1007/s00345005014](https://doi.org/10.1007/s00345005014)
44. Chemidronov SN, Kolsanov AV, Suvorova GN. A new concept of pelvic floor support function: Striated-smooth muscle complex. *Pacific Medical Journal.* 2023;(3):32-38. [Чемидронов С.Н., Колсанов А.В., Суворова Г.Н. Новая концепция поддерживающей функции тазового дна: поперечнополосатый – гладкомышечный комплекс. *Тихоокеанский медицинский журнал.* 2023;(3):32-38]. DOI: [10.34215/1609-1175-2023-3-32-38](https://doi.org/10.34215/1609-1175-2023-3-32-38)

45. Kearney R, Miller JM, Ashton-Miller JA, et al. Obstetric factors associated with levator ani muscle injury after vaginal birth. *Obstet Gynecol.* 2006;107:144-149. DOI: [10.1097/01.AOG.0000194063.63206.1c](https://doi.org/10.1097/01.AOG.0000194063.63206.1c)
46. Hoyte L, Schierlitz K, Zou K, et al. Two- and 3-dimensional MRI comparison of levator ani structure, volume, and integrity in women with stress incontinence and prolapse. *Am J Obstet Gynecol.* 2001;185:13-19. DOI: [10.1067/mob.2001.116365](https://doi.org/10.1067/mob.2001.116365)
47. Aigner F, Gruber H, Conrad F, et al. Revised morphology and hemodynamics of the anorectal vascular plexus: impact on the course of hemorrhoidal disease. *Int J Colorectal Dis.* 2009;24(1):105-113. DOI: [10.1007/s00384-008-0572-3](https://doi.org/10.1007/s00384-008-0572-3)
48. Levin MD, Troyan VV. Anatomy and physiology of the anorectal zone. The fecal retention and defecation hypothesis. *Novosti Khirurgii.* 2009;17(2):105-118. (In Russ.). [Левин М.Д., Троян В.В. Анатомия и физиология аноректальной зоны. Гипотеза удержания кала и дефекации. *Новости хирургии.* 2009;17(2):105-118]. URL: https://www.surgery.by/pdf/full_text/2009_2_16_ft.pdf
49. Ilyasov AS. Connective tissue structures in the wall of the rat anal canal. *Morphology.* 2008;133(2):52-53. (In Russ.). [Ильясов А.С. Соединительнотканнные структуры в стенке анального канала крысы. *Морфология.* 2008;133(2):52-53].
50. He J, Wan Q, Du L, et al. Electroacupuncture Improves Anorectal Function in Neurogenic Fecal Incontinence Rats, Related to Reversing Anal Sphincter Atrophy and Enhancing Muscle Satellite Cell Activity. *Neurogastroenterol Motil.* 2025;37(12):e70138. DOI: [10.1111/nmo.70138](https://doi.org/10.1111/nmo.70138)
51. Kamidaki Y, Hosokawa T, Abe N, et al. Muscle regeneration therapy using dedifferentiated fat cell (DFAT) for anal sphincter dysfunction. *Pediatr Surg Int.* 2024;40(1):238. DOI: [10.1007/s00383-024-05812-y](https://doi.org/10.1007/s00383-024-05812-y)
52. Lysov NA, Panidov KV, Gelashvili PA. Features of histotopography, vascularization, innervation and development of muscles of the anal canal of the rectum in humans and laboratory white rats. *Vestnik meditsinskogo instituta «REAVIZ». Rehabilitatsiya, Vrach i Zdorov'ye.* 2012;3-4(7-8):7-24. (In Russ.). [Лысов Н.А., Панидов К.В., Гелашвили П.А. Особенности гистотопографии, васкуляризации, иннервации и развития мышц анального канала прямой кишки человека и лабораторной белой крысы. *Вестник медицинского института «РЕАВИЗ». Реабилитация, врач и здоровье.* 2012;3-4(7-8):7-24].

Оригинальное исследование | Original study article
DOI: <https://doi.org/10.35693/SIM692445>

 This work is licensed under CC BY 4.0
© Authors, 2026

Морфометрические параметры поджелудочной железы детей и подростков по данным прижизненной визуализации

С.В. Чемезов, С.Н. Лященко, А.С. Лозинский

ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный медицинский университет»
Минздрава России (Оренбург, Российская Федерация)

Аннотация

Цель: установить возрастные и половые закономерности морфометрических параметров поджелудочной железы детей и подростков по данным прижизненной визуализации.

Материал и методы. Проанализированы компьютерные томограммы живота 88 детей и подростков без видимой патологии со стороны органов брюшной полости. Обследованные разделены на 4 возрастные группы: периоды раннего, первого и второго детства, подростковый период. Исследование выполнено на 16-срезовых компьютерных томографах с определением длины, толщины, высоты и объема головки, тела и хвоста поджелудочной железы. Полученные данные подвергнуты обработке с использованием стандартных методов вариационной статистики.

Результаты. Установлено, что среди всех обследованных наибольшую длину имело тело поджелудочной железы 4,22 (3,74; 4,89) см, длина головки составила 3,14 (2,76; 3,79) см, а длина хвоста – 2,87 (2,60; 3,36) см. Толщина головки, тела и хвоста составила соответственно 2,14 (1,90;

2,44) см, 1,99 (1,82; 2,29) см и 1,59 (1,36; 1,80) см, а высота – 3,72 (3,24; 4,20) см, 2,34 (1,96; 2,78) см и 1,91 (1,74; 2,25) см. Определена возрастная динамика статистически значимого увеличения длины, толщины, высоты и объема каждого из отделов поджелудочной железы от раннего детского до подросткового возраста. Статистически значимых половых различий между показателями девочек и мальчиков одной возрастной группы не установлено ни по одному параметру.

Заключение. С помощью метода компьютерной томографии получены данные по прижизненной морфометрии поджелудочной железы детей и подростков. Полученные сведения позволят расширить представление о прижизненной анатомии поджелудочной железы в возрастном и половом аспектах и могут быть использованы при планировании оперативных вмешательств на поджелудочной железе.

Ключевые слова: поджелудочная железа, компьютерная томография, дети, подростки.

Конфликт интересов: не заявлен.

Для цитирования:

Чемезов С.В., Лященко С.Н., Лозинский А.С. Морфометрические параметры поджелудочной железы детей и подростков по данным прижизненной визуализации. *Наука и инновации в медицине*. 2026;11(2):105-110.
DOI: <https://doi.org/10.35693/SIM692445>

Сведения об авторах

Чемезов С.В. – д-р мед. наук, профессор, профессор кафедры оперативной хирургии и клинической анатомии имени С.С. Михайлова.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1994-4293>

E-mail: prof_chemezov@mail.ru

Лященко С.Н. – д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой оперативной хирургии и клинической анатомии имени С.С. Михайлова.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6467-2242>

E-mail: serglyashenko@mail.ru

***Лозинский Андрей Сергеевич** – канд. мед. наук, доцент, доцент кафедры оперативной хирургии и клинической анатомии имени С.С. Михайлова.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7279-9195>

E-mail: a-lozinskiy@mail.ru

***Автор для переписки**

Получено: 08.10.2025

Одобрено: 20.02.2026

Опубликовано: 21.03.2026

Morphometric parameters of the pancreas of children and adolescents according to lifetime imaging data

Sergei V. Chemezov, Sergei N. Lyashchenko, Andrei S. Lozinskii

Orenburg state medical university (Orenburg, Russia)

Abstract

Aim: to determine age and gender patterns of morphometric parameters of the pancreas of children and adolescents based on intravital imaging data.

Material and methods. Abdominal CT scans of 88 children and adolescents with no visible abdominal pathology were analyzed. Subjects were divided into four age groups: early childhood, early childhood, and late childhood, as well as adolescence. The study was performed using 16-slice CT scanners, determining the length, thickness, height, and volume of the head, body, and tail of the pancreas. The obtained data were processed using standard methods of variation statistics.

Results. It was found that among all those examined, the body of the pancreas had the greatest length of 4.22 (3.74; 4.89) cm, the length of the head was 3.14 (2.76; 3.79) cm, and the length of the tail was 2.87 (2.60; 3.36) cm. The thickness of the head, body and tail was 2.14 (1.90; 2.44) cm, 1.99 (1.82; 2.29)

cm and 1.59 (1.36; 1.80) cm, respectively, and the height was 3.72 (3.24; 4.20) cm, 2.34 (1.96; 2.78) cm and 1.91 (1.74; 2.25) cm. A significant age-related increase in the length, thickness, height, and volume of each pancreatic section was determined from early childhood to adolescence. No significant gender differences were found between the parameters of girls and boys in the same age group for any parameter.

Conclusion. Using the computed tomography method, data were obtained on the intravital morphometry of the pancreas of children and adolescents. The obtained information will allow us to expand our understanding of the intravital anatomy of the pancreas in age and gender aspects and can be used in planning surgical interventions on the pancreas.

Keywords: pancreas, computed tomography, children, adolescents.

Conflict of interest: nothing to disclose.

Citation

Chemezov SV, Lyashchenko SN, Lozinskii AS. **Morphometric parameters of the pancreas of children and adolescents according to lifetime imaging data.** *Наука и инновации в медицине.* 2026;11(2):105-110. DOI: <https://doi.org/10.35693/SIM692445>

Information about authors

Sergei V. Chemezov – MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor, Professor of the Department of Operative Surgery and Clinical Anatomy named after S.S. Mikhailov.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1994-4293>

E-mail: prof_chemezov@mail.ru

Sergei N. Lyashchenko – MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor, Head of the Department of Operative Surgery and Clinical Anatomy named after S.S. Mikhailov.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6467-2242>

E-mail: serglyashchenko@mail.ru

***Andrei S. Lozinskii** – MD, Cand. Sci. (Medicine), Associate professor, Associate professor of the Department of Operative Surgery and Clinical Anatomy named after S.S. Mikhailov.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7279-9195>

E-mail: a-lozinskiy@mail.ru

***Corresponding author**

Received: 08.10.2025

Accepted: 20.02.2026

Published: 21.03.2026

ВВЕДЕНИЕ

В современной литературе встречается достаточное количество работ по анатомии поджелудочной железы. Есть публикации, содержащие сведения об анатомии и топографии поджелудочной железы взрослых [1], детей [2] и об ее эмбриональном строении [3]. Однако все эти работы содержат сведения, полученные на основании изучения секционного материала. Также есть исследования по прижизненной анатомии поджелудочной железы, но все они выполнены на взрослых [4, 5]. Единичные публикации содержат сведения по отдельным морфометрическим параметрам в некоторых возрастных группах, и это результаты, полученные с помощью ультразвукового исследования [6–9].

Достаточно много работ посвящено вопросам оперативных вмешательств на поджелудочной железе при различных видах патологии [10], оптимизации оперативных доступов к поджелудочной железе [11], а также вопросам ее мини-инвазивной хирургии [12].

В последние годы появляются исследования, посвященные вопросам 3D-реконструкции поджелудочной железы [13], роли искусственного интеллекта в визуализации органа, а также его технологических достижений и клинического применения [14], в том числе вопросам сегментации поджелудочной железы у взрослого [15, 16] и детского населения [17].

Все вышеизложенное диктует необходимость более детального и всестороннего изучения особенностей анатомии поджелудочной железы у детей и подростков в возрастном и половом аспектах.

ЦЕЛЬ

Установить возрастные и половые закономерности морфометрических параметров поджелудочной железы детей и подростков по данным прижизненной визуализации.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Для достижения поставленной цели был проведен анализ компьютерных томограмм живота 88 детей и подростков из архива рентгенологического отделения ГАУЗ «Областная детская клиническая больница».

Критерии включения в исследование: лица, не имеющие на момент проведения исследования видимой патологии органов живота и не имеющие в анамнезе оперативных вмешательств на них.

Проведение исследования одобрено локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО ОрГМУ Минздрава России (протокол №82 от 29.09.2025 г.). Исследования были проведены с диагностической целью. На проведение исследования получено письменное согласие законных представителей пациентов. Компьютерные томограммы были анонимизированы и деперсонифицированы. Всего было обследовано 88 детей и подростков от 1 года до 16 лет. Средний возраст составил $8,33 \pm 4,52$ года, среди девочек – $9,39 \pm 3,97$ года, а среди мальчиков – $7,50 \pm 4,79$ года. Все обследованные были разделены на 4 возрастные группы в соответствии со схемой возрастной периодизации онтогенеза человека, принятой в 1965 году. Распределение исследуемых по возрастным группам и подгруппам представлено в **таблице 1**.

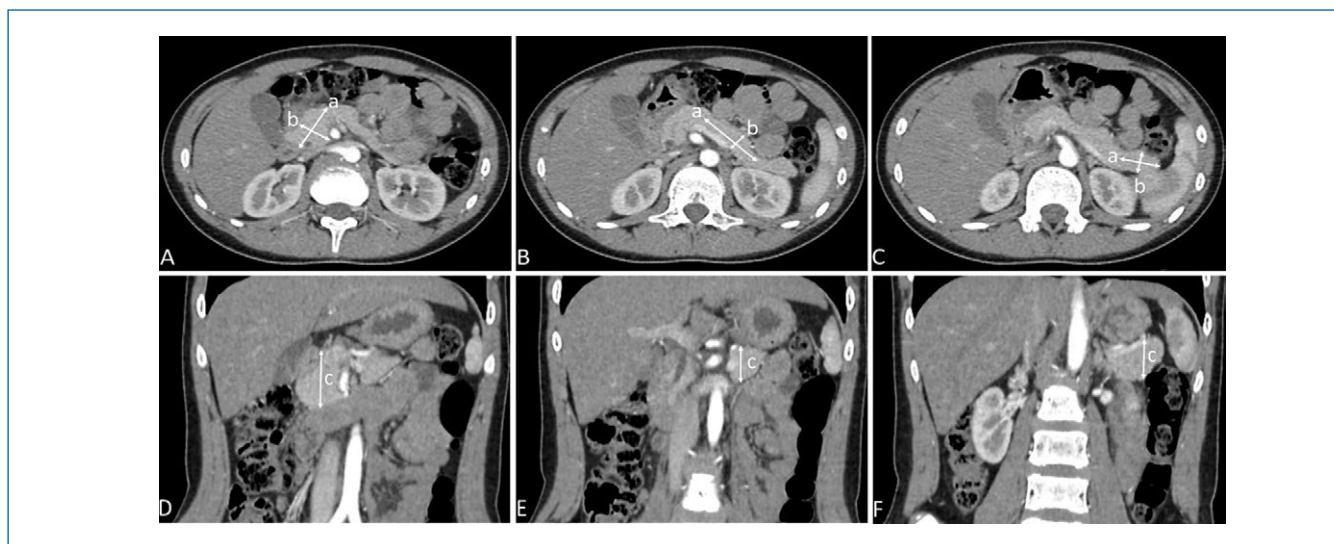
Исследования выполнены на 16-срезовых компьютерных томографах General Electric BrightSpeed (США) и Toshiba Aquilion (Япония) с толщиной среза 1–1,25 мм в нативную, раннюю артериальную, портальную венозную и отсроченную венозную фазы. Контрастное усиление выполняли с использованием неионизированного низкоосмолярного рентгеноконтрастного препарата Ультравист 370.

С помощью программы RadiAnt DICOM Viewer (версия 2024.1) на аксиальных и фронтальных томограммах были определены длина, толщина и высота для головки, тела и

№ группы (возрастной период)			№ подгруппы	Количество исследуемых	% от общей выборки
1 (период раннего детства)	от 1 до 2 лет	всего	1	21	23,9
		девочки	2	8	9,1
		мальчики	3	13	14,8
2 (период первого детства)	от 3 до 7 лет	всего	4	23	26,1
		девочки	5	10	11,4
		мальчики	6	13	14,8
3 (период второго детства)	от 8 до 12 лет (мальчики); от 8 до 11 лет (девочки)	всего	7	21	23,9
		девочки	8	12	13,6
		мальчики	9	9	10,2
4 (подростковый период)	от 13 до 16 лет (мальчики); от 12 до 15 лет (девочки)	всего	10	23	26,1
		девочки	11	12	13,6
		мальчики	12	11	12,5
Итого		всего	-	88	100
		девочки	-	42	47,7
		мальчики	-	46	52,3

Таблица 1. Распределение исследуемых по возрастным группам и подгруппам

Table 1. Distribution of subjects by age groups and subgroups



хвоста поджелудочной железы. Границу между головкой и телом определяли по шейке, а границу между телом и хвостом – по наличию угла между указанными отделами. После этого был определен объем каждого отдела поджелудочной железы и объем всего органа. Расчет объема каждого отдела поджелудочной железы произведен по формуле для расчета объема эллипсоида:

$$V=0,523abc,$$

где *a* – длина, *b* – толщина, *c* – высота.

Схема измерений изучаемых показателей представлена на рисунке 1.

Статистическая обработка данных. Полученные данные подвергнуты вариационно-статистической обработке с помощью программы Statistica 10. Проверка распределения изучаемых признаков на нормальность была осуществлена с помощью критериев Шапиро – Уилка и Колмогорова – Смирнова.

Рисунок 1. Схема измерений морфометрических параметров поджелудочной железы: А – схема измерения длины (а) и толщины (b) головки, В – схема измерения длины (а) и толщины (b) тела, С – схема измерения длины (а) и толщины (b) хвоста, D – схема измерения высоты головки (с), E – схема измерения высоты тела (с), F – схема измерения высоты хвоста (с).

Figure 1. Scheme of measurements of morphometric parameters of the pancreas: A – scheme of measurements of length (a) and thickness (b) of the head, B – scheme of measurements of length (a) and thickness (b) of the body, C – scheme of measurements of length (a) and thickness (b) of the tail, D – scheme of measurements of head height (c), E – scheme of measurements of body height (c), F – scheme of measurements of tail height (c).

Значения показателей возраста имели нормальное распределение и был использован расчет среднего арифметического значения и стандартного отклонения ($M \pm \sigma$).

Изучаемые морфометрические параметры имели не нормальное распределение, и для статистической обработки использованы критерии непараметрической статистики с определением медианы и значений 25-го – 75-го перцентилей ($Me (25\%;75\%)$). При описании изменений

№ группы	№ подгруппы	Головка			Тело			Хвост			
		Длина	Толщина	Высота	Длина	Толщина	Высота	Длина	Толщина	Высота	
1	Всего	1	2,60 (2,31; 2,82) ^{7,10}	1,91 (1,80; 2,05) ^{7,10}	2,66 (2,32; 3,20) ^{4,7,10}	3,11 (2,72; 3,65) ^{4,7,10}	1,70 (1,32; 1,88) ^{4,7,10}	1,69 (1,61; 1,81) ^{4,7,10}	2,60 (2,52; 3,01) ^{4,10}	1,30 (1,18; 1,56) ^{4,7,10}	1,78 (1,27; 1,99) ^{7,10}
	Д	2	2,46 (2,58; 2,94) ^{5,8,11}	1,85 (1,66; 2,01) ^{2,8,11}	2,38 (2,20; 2,90) ¹¹	2,69 (2,35; 2,93) ^{5,11}	1,57 (1,09; 1,81) ^{5,8,11}	1,65 (1,42; 1,74) ¹¹	2,55 (2,46; 2,89) ¹¹	1,28 (1,01; 1,58) ^{5,11}	1,40 (1,09; 1,79) ¹¹
	М	3	2,72 (2,25; 2,78) ^{9,12}	1,92 (1,85; 2,11) ¹²	2,80 (2,38; 3,26) ^{6,9,12}	3,25 (2,88; 3,93) ^{6,9,12}	1,70 (1,33; 1,91) ^{6,9,12}	1,69 (1,64; 1,85) ^{6,9,12}	2,65 (2,54; 3,01) ¹²	1,30 (1,19; 1,56) ^{6,9,12}	1,81 (1,42; 1,99) ^{9,12}
2	Всего	4	2,76 (2,59; 2,86) ^{7,10}	1,97 (1,80; 2,13) ¹⁰	3,53 (3,11; 3,95) ^{1,7,10}	3,84 (3,74; 4,17) ^{1,7,10}	1,90 (1,79; 2,02) ^{1,7,10}	2,27 (2,05; 2,39) ^{1,7,10}	2,66 (2,43; 2,84) ^{1,10}	1,57 (1,47; 1,75) ¹	1,82 (1,72; 2,00) ¹⁰
	Д	5	2,71 (2,59; 2,86) ^{2,8,11}	1,94 (1,75; 2,08) ^{5,8,11}	3,47 (2,88; 3,95) ¹¹	3,80 (3,75; 4,17) ^{2,8,11}	1,87 (1,68; 1,92) ^{2,11}	2,16 (1,98; 2,34) ^{8,11}	2,66 (2,35; 2,82) ¹¹	1,51 (1,23; 1,59) ²	1,78 (1,72; 1,91)
	М	6	2,76 (2,61; 2,93) ^{9,12}	2,01 (1,80; 2,23) ¹²	3,56 (3,17; 3,86) ^{3,12}	3,92 (3,58; 4,36) ^{3,9,12}	1,96 (1,89; 2,08) ^{3,12}	2,34 (2,15; 2,59) ³	2,69 (2,48; 3,14) ¹²	1,70 (1,51; 1,86) ³	1,85 (1,73; 2,44)
3	Всего	7	3,44 (3,11; 3,57) ^{1,4,10}	2,29 (1,92; 2,33) ^{4,10}	3,87 (3,61; 4,27) ^{1,4,10}	4,20 (4,22; 5,02) ^{1,4}	2,08 (1,96; 2,29) ^{1,4}	2,53 (2,34; 2,97) ^{1,4}	2,87 (2,63; 3,25) ¹⁰	1,68 (1,47; 1,80) ¹	2,03 (1,84; 2,30) ¹
	Д	8	3,25 (3,25; 3,65) ^{2,5,11}	2,22 (1,93; 2,48) ^{2,5}	3,83 (3,59; 4,13)	4,40 (4,29; 5,26) ⁵	2,04 (1,87; 2,26) ²	2,49 (2,29; 2,84) ^{2,5}	2,83 (2,62; 3,25) ¹¹	1,62 (1,37; 1,83)	1,90 (1,83; 2,11)
	М	9	3,47 (3,06; 3,50) ^{3,6,12}	2,29 (1,89; 2,33) ¹²	3,89 (3,61; 4,38) ³	4,78 (4,19; 4,89) ^{3,6}	2,21 (1,96; 2,34) ³	2,76 (2,37; 3,09) ³	3,16 (2,87; 3,25) ¹²	1,71 (1,58; 1,80) ³	2,24 (1,90; 2,34) ³
4	Всего	10	4,06 (3,84; 4,33) ^{1,4,7}	2,49 (2,26; 2,62) ^{1,4,7}	4,20 (3,92; 4,68) ^{1,4,7}	4,84 (4,57; 5,89) ^{1,4}	2,43 (2,01; 2,68) ^{1,4}	2,78 (2,17; 3,07) ^{1,4}	3,45 (3,15; 4,14) ^{1,4,7}	1,74 (1,43; 1,85) ¹	2,12 (1,83; 2,52) ^{1,4}
	Д	11	4,03 (3,95; 4,24) ^{2,5,8}	2,45 (2,32; 2,65) ^{2,5}	4,20 (3,80; 4,86) ^{2,5}	4,69 (4,57; 5,61) ^{2,5}	2,28 (2,00; 2,67) ^{2,5}	2,71 (2,20; 3,07) ⁵	3,44 (2,91; 3,77) ^{2,5,8}	1,65 (1,25; 1,81) ²	2,02 (1,55; 2,24) ²
	М	12	4,09 (3,65; 4,54) ^{3,6,9}	2,50 (2,26; 2,61) ^{3,6,9}	4,28 (3,96; 4,46) ^{3,6}	4,93 (4,36; 6,11) ^{3,6}	2,44 (2,01; 2,69) ^{3,6}	2,87 (2,17; 2,96) ³	3,83 (3,27; 4,33) ^{3,6,9}	1,78 (1,62; 2,06) ³	2,45 (2,04; 2,58) ³

Таблица 2. Значения показателей линейных морфометрических параметров поджелудочной железы ($Me (25\%;75\%)$, см). Надстрочными знаками указаны подгруппы, с которыми имеются статистически значимые различия при $p < 0,05$. Д – девочки, М – мальчики

Table 2. Values of linear morphometric parameters of the pancreas ($Me (25\%; 75\%)$, cm). Subgroups with statistically significant differences at $p < 0.05$ are indicated by superscript signs. D – girls, M – boys

№ группы	№ подгруппы	Объем головки	Объем тела	Объем хвоста	Общий объем	
1	Всего	1	7,33 (5,82; 8,38) ^{4,7,10}	4,81 (3,01; 6,24) ^{4,7,10}	3,45 (2,26; 3,89) ^{7,10}	15,29 (11,71; 18,79) ^{4,7,10}
	Д	2	7,30 (5,82; 8,38) ^{6,9,11}	3,33 (1,98; 4,64) ^{5,8,11}	2,74 (1,31; 4,73) ¹¹	13,45 (9,07; 17,91) ^{5,8,11}
	М	3	7,37 (5,77; 8,53) ^{8,12}	5,23 (3,38; 6,52) ^{6,9,12}	3,45 (2,37; 3,88) ^{6,9,12}	15,70 (12,14; 18,79) ^{6,9,12}
2	Всего	4	9,55 (7,91; 11,00) ^{1,7,10}	8,83 (7,91; 9,58) ^{1,7,10}	4,22 (2,88; 5,13) ¹⁰	22,09 (20,44; 25,91) ^{1,7,10}
	Д	5	8,53 (7,75; 10,67) ^{8,11}	8,28 (6,95; 8,99) ^{2,8,11}	3,64 (2,72; 4,67) ¹¹	20,52 (18,45; 23,07) ^{2,8,11}
	М	6	10,13 (8,65; 13,00) ^{3,9,12}	9,01 (8,15; 11,65) ^{3,9,12}	4,52 (3,76; 6,63) ^{3,12}	24,01 (21,34; 28,98) ^{3,9,12}
3	Всего	7	14,15 (13,07; 16,57) ^{1,4,10}	13,75 (10,62; 17,35) ^{1,4}	5,52 (4,17; 6,18) ^{1,10}	33,54 (30,55; 38,95) ^{1,4,10}
	Д	8	13,71 (13,26; 17,46) ^{2,5,11}	13,57 (11,12; 17,16) ^{2,5}	4,60 (3,86; 6,13)	32,32 (31,23; 36,71) ^{2,5,11}
	М	9	14,35 (12,87; 15,57) ^{3,6,12}	13,92 (9,38; 18,45) ^{3,6}	5,97 (4,33; 6,67) ³	35,49 (27,98; 39,36) ^{3,6,12}
4	Всего	10	22,84 (18,46; 26,46) ^{1,4,7}	15,48 (12,64; 18,90) ^{1,4}	6,28 (5,65; 8,02) ^{1,4,7}	46,17 (38,73; 55,53) ^{1,4,7}
	Д	11	22,40 (18,46; 26,46) ^{2,5,8}	14,71 (12,84; 16,14) ^{2,5}	5,74 (3,65; 6,64) ^{2,5}	44,79 (38,09; 46,51) ^{2,5,8}
	М	12	22,96 (18,71; 27,24) ^{3,6,9}	18,85 (12,29; 21,63) ^{3,6}	7,85 (5,99; 11,15) ^{3,6}	50,62 (41,84; 59,48) ^{3,6,9}

Таблица 3. Значения объемных показателей поджелудочной железы (Me (25%;75%), см³). Надстрочными знаками указаны подгруппы, с которыми имеются статистически значимые различия при $p < 0,05$. Д – девочки, М – мальчики

Table 3. Values of volumetric indicators of the pancreas (Me (25%; 75%), cm³). Subgroups with statistically significant differences at $p < 0.05$ are indicated by superscript signs. D – girls, M – boys

значений показателей использовались значения долей в процентах. Статистическую значимость различий полученных значений между девочками и мальчиками одной возрастной группы определяли с помощью U критерия Манна – Уитни. Для определения статистической значимости различий между возрастными группами и подгруппами использовали критерий Краскела – Уоллиса. При наличии статистически значимых различий использовалось попарное сравнение с помощью критерия Данна. Статистически значимыми считались различия между значениями показателей при уровне $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В результате проведенного исследования установлено, что среди всех обследованных наибольшую длину имело тело поджелудочной железы 4,22 (3,74; 4,89) см, длина головки составила 3,14 (2,76; 3,79) см, а длина хвоста – 2,87 (2,60; 3,36) см. Значения показателей толщины и высоты уменьшались от головки к хвосту. Так, толщина отделов составила соответственно 2,14 (1,90; 2,44) см, 1,99 (1,82; 2,29) см и 1,59 (1,36; 1,80) см, а высота – 3,72 (3,24; 4,20) см, 2,34 (1,96; 2,78) см и 1,91 (1,74; 2,25) см.

Как видно из таблицы 2, длина головки у девочек и мальчиков первой группы составила соответственно 2,46 (2,58; 2,94) см и 2,72 (2,25; 2,78) см и увеличилась к подростковому возрасту на 63,8% и 50,3% до 4,03 (3,95; 4,24) см ($p=0,004$) и 4,09 (3,65; 4,54) см ($p < 0,001$). Длина тела в раннем детском возрасте составила 2,69 (2,35; 2,93) см и 3,25 (2,88; 3,93) см и к четвертой группе увеличилась на 74,3% и 51,6% до 4,69 (4,57; 5,61) см ($p=0,004$) и 4,93 (4,36; 6,11) см ($p=0,001$). Длина хвоста увеличилась на 34,9% и 44,5% с 2,55 (2,46; 3,09) см и 2,65 (2,54; 3,01) см до 3,44 (2,91; 3,77) см и 3,83 (3,27; 4,33) см от первой к четвертой группе среди девочек ($p=0,032$) и мальчиков ($p < 0,001$) соответственно.

У детей раннего детского возраста толщина головки составила 1,85 (1,66; 2,01) см и 1,92 (1,85; 2,11) см и увеличилась в подростковом возрасте на 32,4% и 30,2% до 2,45 (2,32; 2,65) см ($p=0,017$) и 2,50 (2,26; 2,61) см ($p=0,005$). Толщина тела увеличилась с 1,57 (1,09; 1,81) см и 1,70 (1,33; 1,91) см на 45,2% и 43,5% до 2,28 (2,00; 2,67) см ($p=0,024$) и 2,44 (2,01; 2,69) см ($p < 0,001$), а толщина хвоста

с 1,28 (1,01; 1,58) см и 1,30 (1,19; 1,56) см до 1,65 (1,25; 1,81) см ($p=0,043$) и 1,78 (1,62; 2,06) см ($p=0,002$), что составило 28,9% и 36,9%.

Высота головки увеличилась от раннего детского к подростковому возрасту от 2,38 (2,20; 2,90) см и 2,80 (2,38; 3,26) см на 76,4% и 52,8% до 4,20 (3,80; 4,86) см ($p=0,004$) и 4,28 (3,96; 4,46) см ($p < 0,001$), высота тела – от 1,65 (1,42; 1,74) см и 1,69 (1,64 ;1,85) см на 64,2% и 69,8% до 2,71 (2,20; 3,07) см ($p=0,004$) и 2,87 (2,17; 2,96) см ($p < 0,001$), а высота хвоста – от 1,40 (1,09; 1,79) см и 1,81 (1,42; 1,99) см до 2,02 (1,55; 2,24) см (0,041) и 2,45 (2,04; 2,58) см ($p=0,003$) или на 44,2% и 35,3% соответственно.

Статистически значимых различий между всеми линейными показателями девочек и мальчиков внутри каждой возрастной группы не установлено.

Объем головки поджелудочной железы среди всех обследованных составил 25,37 (16,45; 35,29) см³, объем тела – 19,97 (13,62; 29,26) см³, объем хвоста – 8,96 (6,41; 11,93) см³, общий объем органа – 57,35 (39,08; 76,90) см³ (таблица 3).

Объем головки увеличился с 7,30 (5,82; 8,38) см³ и 7,37 (5,77; 8,53) см³ на 206,8% и 211,5% до 22,40 (18,46; 26,46) см³ ($p=0,004$) и 22,96 (18,71; 27,24) см³ ($p < 0,001$), объем тела – с 3,33 (1,98; 4,64) см³ и 5,23 (3,38; 6,52) см³ на 341,7% и 260,4% до 14,71 (12,84; 16,14) см³ ($p=0,004$) и 18,85 (12,29; 21,63) см³ ($p < 0,001$), объем хвоста с 2,74 (1,31; 4,73) см³ и 3,45 (2,37; 3,88) см³ на 109,4% и 127,5% до 5,74 (3,65; 6,64) см³ ($p=0,036$) и 7,85 (5,99; 11,15) см³ ($p < 0,001$) среди девочек и мальчиков соответственно.

Общий объем поджелудочной железы от раннего детского к подростковому возрасту увеличился у девочек от 13,45 (9,07; 17,91) см³ до 44,79 (38,09; 46,51) см³ ($p=0,004$), а у мальчиков – от 15,70 (12,14; 18,79) см³ до 50,62 (41,84; 59,48) см³ ($p < 0,001$), что составило соответственно 233,0% и 222,4%. При этом статистически значимых различий между объемными показателями поджелудочной железы у девочек и мальчиков внутри одной возрастной группы также не определено.

ОБСУЖДЕНИЕ

Встречающиеся в доступной литературе публикации содержат отдельные сведения по прижизненным

морфометрическим показателям поджелудочной железы в некоторых возрастных периодах.

Так, в работе В.О. Еркудова и соавт. [6] указали, что по данным прижизненной визуализации длина головки поджелудочной железы в зависимости от Z-индекса длины тела варьирует от 1,54 см до 2,20 см, длина тела поджелудочной железы – от 0,98 см до 1,22 см, а длина хвоста – от 1,66 см до 1,79 см, что в целом существенно ниже полученных нами данных.

В работе М. Di Serafino с соавт. [8] опубликованы данные о морфометрическом показателе поджелудочной железы, названном в работе диаметром. При этом у детей от 0 до 6 лет диаметр головки составил 1,0–1,9 см, тела – 0,4–1,0 см, хвоста – 0,8–1,6 см. У детей от 7 до 12 лет показатели варьировали в диапазоне 1,7–2,0 см, 0,6–1,0 см и 1,3–1,6 см, а у обследованных от 13 до 18 лет – в диапазоне 1,8–2,2 см, 0,7–1,2 см и 0,3–1,9 см. Полученные значения также ниже показателей, выявленных нами.

Расхождения с данными, полученными в вышеназванных работах, могут быть связаны с использованием в них УЗИ как достаточно субъективного метода прижизненной визуализации в совокупности со сложным и труднодоступным топографо-анатомическим расположением поджелудочной железы. Кроме того, имеет значение неправильная высоковариабельная форма поджелудочной железы и наличие размытых границ из-за низкого контраста между поджелудочной железой и окружающими органами.

Компьютерная томография является одним из основных методов исследования поджелудочной железы не только в части диагностики в клинической медицине, но и при решении исследовательских задач, особенно на фоне технологических достижений, таких как внедрение двухэнергетической компьютерной томографии и спектральной компьютерной томографии с подсчетом фотонов [18].

В работе Ваугатоğlu Z. и соавт. [7] представлены сведения по толщине поджелудочной железы у детей и подростков по данным компьютерной томографии. По данным указанных авторов, толщина головки поджелудочной железы увеличивалась от раннего детского до подросткового возраста от $15,4 \pm 3,1$ мм до $26,3 \pm 4,5$ мм, тела – от $13,1 \pm 2,9$ мм до $21,0 \pm 3,5$ мм и хвоста – от $10,6 \pm 3,4$ мм до $17,4 \pm 4,2$ мм, что сопоставимо с полученными нами данными.

Вместе с тем отсутствуют работы, содержащие сведения по объему поджелудочной железы и отдельных ее отделов с учетом возрастных и гендерных отличий обследованных детей и подростков. Ни в одной работе не представлены значения морфометрических показателей отдельно у девочек и мальчиков и не проведен сравнительный анализ между показателями девочек и мальчиков внутри одной возрастной группы.

■ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, с помощью метода компьютерной томографии получены данные по прижизненной морфометрии поджелудочной железы детей и подростков. Установлена возрастная динамика статистически значимого увеличения длины, толщины, высоты и объема каждого из отделов поджелудочной железы от раннего детского до подросткового возраста. Статистически значимых половых различий между показателями девочек и мальчиков одной возрастной группы не установлено ни по одному параметру.

Полученные данные позволяют расширить представление о прижизненной анатомии поджелудочной железы в возрастном и половом аспектах и могут быть использованы при планировании оперативных вмешательств на поджелудочной железе. ■

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ	ADDITIONAL INFORMATION
Источник финансирования. Работа выполнена по инициативе авторов без привлечения финансирования.	Study funding. The study was the authors' initiative without external funding.
Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с содержанием настоящей статьи.	Conflict of interest. The authors declare that there are no obvious or potential conflicts of interest associated with the content of this article.
Этическая экспертиза. Проведение исследования одобрено бюро ЛЭК ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный медицинский университет» Минздрава России (протокол №82 от 29.09.2025 г.).	Ethical expertise. The study was approved by the Bureau of the Local Ethics Committee of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Orenburg State Medical University» of the Ministry of Health of the Russian Federation (protocol №82 from 29.09.2025).
Участие авторов. Чемезов С.В., Лященко С.Н.: разработка концепции и дизайна исследования, сбор материала, анализ полученных данных, редактирование текста статьи. Лозинский А.С.: поиск и анализ литературы, сбор материала, статистическая обработка данных, написание текста статьи. Все авторы одобрили финальную версию статьи перед публикацией, выразили согласие нести ответственность за все аспекты работы, подразумевающую надлежащее изучение и решение вопросов, связанных с точностью или добросовестностью любой части работы.	Contributions of the authors. Chemezov S.V., Liashchenko S.N.: study concept and design development, data collection, data analysis, editing of the manuscript. Lozinskii A.S.: literature search and analysis, data collection, statistical data processing, writing of the manuscript. All authors approved the final version of the article prior to publication and agreed to be accountable for all aspects of the work, including appropriately investigating and resolving any questions related to the accuracy or integrity of any portion of the work.
Оригинальность. При создании настоящей работы авторы не использовали ранее опубликованные сведения (текст, иллюстрации, данные).	Statement of originality. No previously published material (text, images, or data) was used in this work.
Доступ к данным. Редакционная политика в отношении совместного использования данных к настоящей работе не применима.	Data availability statement. The editorial policy regarding data sharing does not apply to this work.
Генеративный искусственный интеллект. При создании настоящей статьи технологии генеративного искусственного интеллекта не использовали.	Generative AI. No generative artificial intelligence technologies were used to prepare this article.
Рассмотрение и рецензирование. Настоящая работа подана в журнал в инициативном порядке и рассмотрена по обычной процедуре. В рецензировании участвовали 2 внешних рецензента.	Provenance and peer review. This paper was submitted unsolicited and reviewed following the standard procedure. The peer review process involved 2 external reviewers.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Akhramov EK, Vasileva OI, Gabitov VKh, Omurbaev AS. Anatomical and topographic characteristics of the pancreas and the rationale for surgical interventions in destructive forms of pancreatitis. *Morphology*. 2008;4:20-23. (In Russ.). [Ахрамов Э.Х., Васильева О.И., Габитов В.Х., Омурбаев А.С. Анатомо-топографические характеристики поджелудочной железы и обоснование хирургических вмешательств при деструктивных формах панкреатита. *Морфология*. 2008;4:20-23].
2. Ulianovskaya SA, Bazhenov DV. Morphology of the pancreas of children aged 6-12 months in the Arkhangelsk region. *Orenburg medical herald*. 2016;3-1(15):69-71. (In Russ.). [Ульяновская С.А., Баженов Д.В. Морфология поджелудочной железы детей 6-12 месяцев в Архангельской области. *Оренбургский медицинский вестник*. 2016;3-1(15):69-71].
3. Petrenko VM. The pancreas in embryogenesis. *Bulletin of Science and Practice*. 2017;6(19):72-89. [Петренко В.М. Поджелудочная железа в эмбриогенезе. *Бюллетень науки и практики*. 2017; 6(19):72-89]. URL: <https://zenodo.org/records/808239>
4. Yin Y, Jiang J, Hou H. The vertical length measurement of the normal pancreas in the coronal section using multislice computed tomography. *Pancreas*. 2013;42(7):1190-1191. DOI: [10.1097/MPA.0b013e3182847f47](https://doi.org/10.1097/MPA.0b013e3182847f47)
5. Zhelezov LM. Microsurgical and computed tomographic anatomy of the pancreas and its clinical significance. *Clinical anatomy and experimental surgery*. 2001;1:89-100. (In Russ.). [Железнов Л.М. Микрохирургическая и компьютерно-томографическая анатомия поджелудочной железы и ее клиническое значение. *Клиническая анатомия и экспериментальная хирургия*. 2001;1:89-100].
6. Erkudov VO, Pugovkin AP, Volkov AJ, et al. A comparative analysis of the relationship between stature and ultrasound dimensions of internal organs in adolescents. *Pediatrician*. 2021;12(2):19-27. [Еркудов В.О., Пуговкин А.П., Волков А.Я., и др. Сопоставительный анализ взаимоотношений длины тела и размеров внутренних органов у подростков. *Педиатр*. 2021;2:19-27]. DOI: [10.17816/PED12219-27](https://doi.org/10.17816/PED12219-27)
7. Bayramoğlu Z, Ayyıldız H, Ersoy B. Reference ranges of age-based liver, spleen, pancreas, and kidney size in conjunction with waist circumference in children. *Turk Arch Pediatr*. 2022;57(2):175-185. DOI: [10.5152/TurkArchPediatr.2022.21097](https://doi.org/10.5152/TurkArchPediatr.2022.21097)
8. Di Serafino M, Vitale V, Severino R, et al. Pediatric ultrasonography of the pancreas: normal and abnormal findings. *J Ultrasound*. 2019;22(3):261-272. DOI: [10.1007/s40477-018-0348-8](https://doi.org/10.1007/s40477-018-0348-8)
9. Gwal K, Bedoya MA, Patel N, et al. Reference values of MRI measurements of the common bile duct and pancreatic duct in children. *Pediatr Radiol*. 2015;45(8):1153-1159. DOI: [10.1007/s00247-015-3296-x](https://doi.org/10.1007/s00247-015-3296-x)
10. Fuchs J, Loos M, Kinny-Köster B, et al. Pancreatic surgery in children: complex, safe, and effective. *Ann Surg*. 2024;280(2):332-339. DOI: [10.1097/SLA.0000000000006125](https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000006125)
11. Vasilyeva OI, Gabitov VH. Anatomical prerequisites for rational access to the pancreas. *The way of science*. 2017;2(36):159-161. (In Russ.). [Васильева О.И., Габитов В.Х. Анатомические предпосылки рационального доступа к поджелудочной железе. *Путь науки*. 2017;2(36):159-161].
12. Abu Hilal M, van Ramshorst TME, Boggi U, et al. The Brescia internationally validated European guidelines on minimally invasive pancreatic surgery (EGUMIPS). *Ann Surg*. 2024;279(1):45-57. DOI: [10.1097/SLA.0000000000006006](https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000006006)
13. Yiming Z, Yuanyuan Y, Shu C, et al. Clinical application of 3D reconstruction in pancreatic surgery: a narrative review. *Journal of Pancreatology*. 2023;6(1):18-22. DOI: [10.1097/JP9.000000000000107](https://doi.org/10.1097/JP9.000000000000107)
14. Podina N, Gheorghe EC, Constantin A, et al. Artificial intelligence in pancreatic imaging: A systematic review. *United Eur Gastroenterol J*. 2025;13(1):55-77. DOI: [10.1002/ueg2.12723](https://doi.org/10.1002/ueg2.12723)
15. Moglia A, Cavicchioli M, Mainardi L, Cerveri P. Deep learning for pancreas segmentation on computed tomography: a systematic review. *Artificial Intelligence Review*. 2025;58:1-109. DOI: [10.1007/s10462-024-11050-4](https://doi.org/10.1007/s10462-024-11050-4)
16. Zhang Z, Keles E, Durak G, et al. Large-scale multi-center CT and MRI segmentation of pancreas with deep learning. *Med Image Anal*. 2025;99:103382. DOI: [10.1016/j.media.2024.103382](https://doi.org/10.1016/j.media.2024.103382)
17. Keles E, Yazol M, Durak G, et al. Pediatric pancreas segmentation from MRI scans with deep learning. *Pancreatology*. 2025;25(5):648-657. DOI: [10.1016/j.pan.2025.06.006](https://doi.org/10.1016/j.pan.2025.06.006)
18. Barat M, Greffier J, Si-Mohamed S, et al. CT imaging of the pancreas: a review of current developments and applications. *Can Assoc Radiol J*. 2025;76(3):477-488. DOI: [10.1177/08465371251319965](https://doi.org/10.1177/08465371251319965)

Реабилитация двигательных нарушений у пациентов после перенесенного церебрального инсульта в ранний восстановительный период с помощью беговой дорожки с биологической обратной связью

Л.Р. Ахмадеева, Е.О. Голдырев, К.Ф. Багаутдинов, Н.М. Блинова
ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет»
Минздрава России (Уфа, Российская Федерация)

Аннотация

Цель: оценить клиническую эффективность интеграции тренинга на беговой дорожке с системой биологической обратной связи (БОС) в программу ранней постинсультной реабилитации для коррекции двигательных нарушений и улучшения функциональных исходов.

Материал и методы. В исследовании приняли участие 60 пациентов в ранний восстановительный период (до 6 месяцев) после перенесенного инсульта по ишемическому типу. Участники были рандомизированы на две группы: основную (экспериментальную) и контрольную. Обе группы получали стандартную комплексную терапию, включающую лечебную физкультуру, механотерапию и эрготерапию. Основная группа дополнительно проходила курсовое лечение на беговой дорожке с БОС (Walker View), которое обеспечивало обратную связь по параметрам опорной реакции и симметрии шага. Для объективной оценки динамики использовался комплекс клинических шкал (тест «Встань и иди», 10-метровый тест ходьбы, шкала баланса Берга) и инструментальный анализ параметров походки (скорость ходьбы, длина цикла шага). Оценка проводилась до и после 14-дневного курса реабилитации.

Результаты. Проведенное исследование продемонстрировало статистически значимое улучшение по всем оцениваемым показателям в обеих

группах, что подтверждает эффективность стандартной реабилитации. Однако в основной группе, где применялась БОС, динамика улучшений была несколько лучше: более выраженное сокращение времени выполнения тестов «Встань и иди» (20% от исходного против 17%) и 10-метровой ходьбы (23,3% против 23,1%), увеличение баллов по шкале Берга (27,4% против 15,1%), а также улучшились показатели длины цикла шага (41,2% против 27,3%) при отсутствии различий по скорости ходьбы.

Заключение. Интеграция тренировок на беговой дорожке с БОС в программу ранней постинсультной реабилитации может повысить эффективность восстановления ходьбы по сравнению со стандартной терапией. Метод способствует улучшению симметрии походки, баланса, увеличению скорости и длины шага, что в конечном итоге ведет к повышению функциональной независимости пациентов. Требуются дальнейшие исследования для определения клинической эффективности тренинга ходьбы на беговой дорожке с БОС на большей выборке пациентов и с более длительным катамнезом.

Ключевые слова: инсульт, ходьба, реабилитация, биологическая обратная связь.

Конфликт интересов: не заявлен.

Для цитирования:

Ахмадеева Л.Р., Голдырев Е.О., Багаутдинов К.Ф., Блинова Н.М. Реабилитация двигательных нарушений у пациентов после перенесенного церебрального инсульта в ранний восстановительный период с помощью беговой дорожки с биологической обратной связью. *Наука и инновации в медицине*. 2026;11(2):111-116. DOI: <https://doi.org/10.35693/SIM704173>

Сведения об авторах

*Ахмадеева Лейла Ринатовна – д-р мед. наук, профессор

кафедры неврологии.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1177-6424>

E-mail: leila_ufa@mail.ru

Голдырев Е.О. – врач-невролог Клиники БГМУ.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-5307-3123>

E-mail: evgenyy86@gmail.com

Багаутдинов К.Ф. – ассистент кафедры адаптивной физической культуры и спортивной медицины.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-7165-8073>

E-mail: bagautdinov-k@mail.ru

Блинова Н.М. – канд. мед. наук, доцент кафедры нейрохирургии

и медицинской реабилитации.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7385-3299>

E-mail: natalia_ufa@bk.ru

*Автор для переписки

Список сокращений

БОС – биологическая обратная связь.

Получено: 27.02.2026

Одобрено: 20.03.2026

Опубликовано: 28.03.2026

Rehabilitation of motor impairments in patients after cerebral stroke in the early recovery period using a treadmill with biofeedback

Leila R. Akhmadeeva, Evgenii O. Goldyrev, Kamil F. Bagautdinov, Nataliya M. Blinova
Bashkir State Medical University (Ufa, Russian Federation)

Abstract

Aim: to evaluate the clinical effectiveness of integrating treadmill training with a biofeedback (BFB) system into an early post-stroke rehabilitation program for managing motor disorders and improving functional outcomes.

Material and methods. The study involved 60 patients during the first 6 months after ischemic stroke. Participants were randomized into two groups: the main (experimental) group and the control group. Both groups received standard comprehensive therapy, including physiotherapy, mechanotherapy, and occupational therapy. The main group additionally underwent a course of treatment on a treadmill with BFB (Walker View), which provided feedback

on parameters of the support reaction and step symmetry. For an objective assessment of dynamics, a set of clinical scales (Timed Up and Go test, 10-meter walk test, Berg Balance Scale) and instrumental analysis of gait parameters (walking speed, step length) were used. The assessment was conducted before and after a 14-day rehabilitation course.

Results. The conducted study demonstrated a statistically significant improvement in all assessed parameters in both groups, confirming the effectiveness of standard rehabilitation. However, in the main group where BFB was applied, the dynamics of improvement were better. A comparative

analysis showed that these patients achieved a more pronounced reduction in the time taken to complete the "Timed Up and Go" (20% vs. 17%) and 10-meter walk tests (23.3% vs. 23.1%), a substantial increase in scores on the Berg Balance Scale (27.4% vs. 15.1%), as well as a significant increase in step length (41.2% vs. 27.3%) and no difference in walking speed.

Conclusion. The integrating treadmill training with biofeedback into an early post-stroke rehabilitation program increases the effectiveness of walking

recovery compared to standard therapy. The method promotes improved gait symmetry, balance, increased speed and step length, ultimately leading to enhanced functional independence of patients. Further research is required to determine the clinical effectiveness of treadmill gait training with BFB in a larger sample of patients and with a longer follow-up.

Keywords: stroke, walking, rehabilitation, biofeedback.

Conflict of interest: nothing to disclose.

Citation

Akhmadeeva LR, Goldyrev EO, Bagautdinov KF, Blinova NM. **Rehabilitation of motor impairments in patients after cerebral stroke in the early recovery period using a treadmill with biofeedback.** *Science and Innovations in Medicine.* 2026;11(2):111-116. DOI: <https://doi.org/10.35693/SIM704173>

Information about authors

***Leila R. Akhmadeeva** – MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor of the Department of Neurology.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1177-6424>

E-mail: leila_ufa@mail.ru

Evgenii O. Goldyrev – MD, neurologist of the Clinic of the Bashkir State Medical University.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-5307-3123>

E-mail: evgeny86@gmail.com

Kamil F. Bagautdinov – MD, assistant of the Department of Adaptive physical culture and sports medicine.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-7165-8073>

E-mail: bagautdinov-k@mail.ru

Nataliya M. Blinova – MD, Cand. Sci. (Medicine), Associate professor of the Department of Neurosurgery and medical rehabilitation.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7385-3299>

E-mail: natalia_ufa@bk.ru

***Corresponding author**

Received: 27.02.2026

Accepted: 20.03.2026

Published: 28.03.2026

■ ВВЕДЕНИЕ

Реабилитация после церебрального инсульта нередко является одним из самых тяжелых испытаний для пациента. Острое нарушение мозгового кровообращения приводит к гибели части нейронов, и выпадает ряд функций, включая моторную. В результате у пациентов развиваются парез или паралич, повышается мышечный тонус, нарушается чувствительность – все это осложняет восстановление движений после инсульта и делает процесс реабилитации длительным.

Практика показывает, что каждый случай инсульта уникален: поскольку это гетерогенное заболевание, пациенты демонстрируют разные модели восстановления. Поэтому крайне важно своевременно начать реабилитацию и персонализировать реабилитационную программу с учетом индивидуальных данных пациента [1].

Нарушения походки после церебрального инсульта негативно сказываются на повседневной независимости, качестве жизни, профессиональной и социальной интеграции, а также повышают риск падений у взрослых [2, 3]. Ключом к восстановлению способности ходить после инсульта является реабилитация. Стимуляция головного мозга происходит за счет афферентных стимулов при выполнении физических упражнений [4, 5], в том числе при выполнении упражнений лечебной физкультуры для восстановления ходьбы [6–9]. Степень неврологического дефицита может уменьшаться как в результате спонтанного, естественного восстановления нервной системы, так и при направленном на восстановление способности выполнять повседневные действия тренинге со специалистами [7–10].

Люди, пережившие инсульт, могут восстановить качество своей жизни благодаря феномену нейропластичности [11–14]. Одним из инструментов направленного воздействия на механизмы нейропластичности является метод биологической обратной связи (БОС), занимающий устойчивую позицию в современной нейрореабилитации [15]. В основе метода лежит принцип внешней объективизации физиологических процессов, которые в обычных условиях протекают на субклиническом уровне и не осознаются пациентом. БОС предоставляет пациенту информацию о параметрах его двигательной активности в режиме реального времени и переводит автоматизированные нейромышечные процессы в зону сознательного контроля.

В двигательной реабилитации после инсульта ключевым биосигналом является биоэлектрическая активность мышц, регистрируемая с помощью электромиографии [16]. Формируется замкнутый контур сенсомоторной обратной связи: попытка движения → регистрация сигнала → визуализация результата → корректировка моторной команды. Пациент получает немедленную информацию о качестве и интенсивности сокращения мышцы и может сознательно усиливать или модифицировать движение. Этот процесс соответствует принципам моторного обучения, основанного на повторении, коррекции ошибки и подкреплении успешного действия [17].

С нейрофизиологической точки зрения БОС-тренинг активирует несколько взаимосвязанных механизмов: усиление афферентного потока от работающих мышц; повышение кортикальной возбудимости в сенсомоторных зонах; формирование новых функциональных связей в обход поврежденных участков; стабилизацию вновь формирующихся нейронных сетей через повторную активацию.

Регулярное сопоставление моторного намерения с объективным результатом способствует уменьшению патологических двигательных паттернов и постепенному восстановлению схемы движения. В отличие от пассивных методов воздействия, БОС вовлекает пациента в активный процесс саморегуляции, что принципиально важно для устойчивого нейропластического эффекта [18, 19].

Оптимальная частота тренировок определяется индивидуально, однако регулярные занятия (2–3 раза в неделю по 30–40 минут или в составе интенсивных программ реабилитации) обеспечивают накопительный эффект за счет повторной активации сенсомоторных контуров [20].

Не менее значимой является психологическая составляющая метода. После инсульта пациенты часто сталкиваются с феноменом «двигательной неопределенности», когда попытка движения не сопровождается ожидаемым результатом. Визуализация даже минимальной мышечной активности формирует ощущение контроля и прогресса. Пациент из пассивного объекта терапии превращается в активного участника процесса восстановления, что повышает мотивацию и приверженность лечению [21].

Особое значение БОС приобретает в условиях вариабельности постинсультного восстановления. Характер неврологического дефицита, степень поражения,

выраженность спастичности, наличие сенсорных нарушений, возраст и сопутствующие заболевания формируют уникальный профиль пациента. Индивидуализация программы требует точной оценки не только физической силы и объема движений, но и скрытых нарушений – проприоцептивного дефицита, нарушений координации, диссоциации мышечной активности [22].

Ранняя идентификация подобных расстройств позволяет своевременно включать в программу элементы сенсорной стимуляции, антиспастические мероприятия, баланс-тренинг и коррекцию пострурального контроля. В этом контексте БОС выступает не только как метод тренировки, но и как инструмент функциональной диагностики [23].

Важным этапом терапии является процесс калибровки системы. На основании зарегистрированных сигналов формируются индивидуальные пороговые значения, отражающие исходный функциональный уровень пациента. Настройка диапазонов чувствительности обеспечивает адекватность обратной связи и предотвращает как избыточное усложнение, так и недостаточную стимуляцию. Сохранение параметров между сессиями позволяет отслеживать динамику и объективно фиксировать прогресс [24, 25].

Таким образом, БОС представляет собой интегративный метод, сочетающий элементы нейрофизиологии, моторного обучения и цифрового мониторинга. Она обеспечивает переход от эмпирической тренировки к управляемому, количественно контролируемому процессу нейропластического переобучения, что делает ее перспективным компонентом современных программ постинсультной реабилитации [26].

■ ЦЕЛЬ

Оценить клиническую эффективность интеграции тренинга на беговой дорожке с системой БОС в программу ранней постинсультной реабилитации для коррекции двигательных нарушений и улучшения функциональных исходов.

■ МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В исследовании принимали участие 60 пациентов. *Критерии включения* в исследование: перенесенный в течение последних 6 месяцев церебральный ишемический инсульт, подтвержденный данными нейровизуализации и медицинской документации, очаговая неврологическая симптоматика в виде моторного дефицита (атаксия, парез) с возможностью самостоятельно ходить со скоростью $>0,4$ м/с, мышечный тонус паретичной нижней конечности по шкале Ashworth ≤ 1 плюс, уровень инвалидности по шкале Рэнкин – 3, отсутствие деменции, наличие добровольного информированного согласия на участие в исследовании. *Критерии невключения* в исследование: невозможность поддержания вертикальной позы, нестабильное гемодинамическое состояние, заболевания периферических сосудов, когнитивные нарушения с результатами по шкале Mini Mental Scale Examination <20 и другие двигательные расстройства, существенно ограничивающие способность ходить, отказ от участия в исследовании. *Критерии исключения*: отзыв добровольного информированного согласия, досрочное завершение курса лечения по любым причинам.

С помощью компьютерной программы – генератора случайных чисел для распределения участники были рандомизированы на две группы – экспериментальную группу и группу контроля. В ходе исследования 30 пациентов прошли курс реабилитации с применением дорожки с БОС (17 мужчин, 13 женщин; средний возраст данных пациентов составлял $66,0 \pm 7,6$ года). Другие 30 пациентов составили контрольную группу (19 мужчин, 11 женщин; средний возраст пациентов составлял $68,0 \pm 6,9$ года) и проходили реабилитационные программы без БОС. По клинко-демографическим параметрам на этапе включения пациентов в исследование группы были сопоставимы по полу, возрасту, характеру инсульта, наличию коморбидной патологии ($p > 0,05$). Все пациенты проходили реабилитацию в условиях дневного стационара отделения медицинской реабилитации Клиники Башкирского государственного медицинского университета. Курс реабилитации составлял 14 дней. Среднее время, прошедшее с момента развития инсульта, составило 43,8 дня.

У всех пациентов на момент проведения исследования в клинической картине основным синдромом была атаксия (динамическая и статическая) и центральный парез ноги. Реабилитационный процесс включал в себя индивидуальные занятия лечебной физкультурой с инструктором-методистом – 30 минут, механотерапию – занятия на велотренажере, 10 минут, эрготерапию – 30 минут. Экспериментальная группа помимо всего занималась реабилитацией ходьбы на дорожке с БОС (ежедневно по 20 минут).

Тренировки проводились с использованием беговой дорожки с БОС Walker View. Ее функционирование основано на интеграции механической платформы, представляющей собой модифицированные ходунки, оснащенные тензOMETрическими датчиками, и программно-аппаратного комплекса, обеспечивающего визуализацию и количественный анализ двигательного акта. Принцип действия заключается в непрерывном мониторинге ряда биомеханических параметров в реальном времени, включая распределение вертикальной нагрузки на верхние конечности, симметричность опорной реакции, длину и ритмичность шага, а также общую динамику локомоции. Получаемые данные транслировались на интерфейс в форме интуитивно понятной графики – цифровых индикаторов, шкал нагрузки или интерактивных анимационных сценариев. В результате пациент активно контролировал движения на основе зрительного анализа текущих показателей. Ключевым терапевтическим преимуществом системы при коррекции атаксических расстройств является формирование афферентного потока, способствующего восстановлению физиологического паттерна ходьбы. Пациент, стремясь достичь целевых значений на экране (например, удержать баланс или пройти траекторию), произвольно нормализует распределение веса тела, уменьшает асимметрию нагрузки на паретичную и здоровую конечности и отрабатывает элементы пострурального контроля. С нейрофизиологической точки зрения, данная методика потенцирует механизмы нейропластичности за счет обеспечения интенсивной, повторяющейся и целенаправленной практики, что соответствует принципам научения, зависящего от опыта. Мозг получает четкую задачу и мгновенную обратную связь о качестве ее выполнения, что стимулирует реорганизацию

Показатель	Первый день реабилитации	14-й день реабилитации	p-значение
Тест «Встань и иди»	21,55±6,48	17,23±6,05	<0,001
10-метровый тест ходьбы	20,27±5,31	15,55±4,23	<0,001
Шкала баланса Берга	26,45±9,94	33,70±8,72	<0,001
Скорость ходьбы (км/ч)	0,86±0,79	1,04±0,92	<0,002
Длина цикла шага	0,51±0,63	0,72±0,71	<0,001

Таблица 1. Усредненные значения показателей у пациентов в динамике в процессе реабилитации с применением дорожки с БОС (n=30)

Table 1. Mean values of indicators in patients over time during rehabilitation using a biofeedback track (n=30)

Показатель	Первый день реабилитации	14-й день реабилитации	p-значение
Тест «Встань и иди»	22,06±6,91	18,14±5,76	<0,001
10-метровый тест ходьбы	21,78±4,84	16,73±4,72	<0,001
Шкала баланса Берга	26,15±8,76	30,11±9,28	<0,001
Скорость ходьбы (км/ч)	0,81±0,65	0,98±0,87	<0,002
Длина цикла шага	0,55±0,69	0,70±0,82	<0,001

Таблица 2. Усредненные значения показателей у пациентов в динамике в процессе реабилитации без использования дорожки с БОС (n=30)

Table 2. Mean values of indicators in patients over time during rehabilitation without a biofeedback track (n=30)

функциональных карт в сенсомоторной коре и формирование новых компенсаторных нейронных сетей. Помимо прямого воздействия на двигательные функции, технология обладает значимым психологическим эффектом, повышая мотивационную составляющую терапии через геймификацию реабилитационного процесса и обеспечение визуализации объективного прогресса.

Статистический анализ проводился с доверительной вероятностью 95%. Нормальное распределение количественных данных оценивалось с помощью критерия Шапиро – Уилка: распределение не отличалось от нормального ($p > 0,05$). Для описательной статистики использовались полученные в результате исследования количественные данные в виде среднего арифметического и среднего квадратического отклонения. Значимость результатов упражнений на беговой дорожке в каждой группе исследования оценивалась путем сравнения результатов обследования до и после программы тренировок. Улучшение оценивалось как изменение результатов обследования до и после программы. В связи с полученными данными о нормальности распределения для исследования статистических различий между двумя выборками был использован критерий Фишера – Стьюдента. Предполагался пороговый уровень значимости $\alpha < 0,05$. Все данные были проанализированы с помощью программы STATISTICA версии 10.0 (StatSoft, Польша).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Для оценки результатов проведенных реабилитационных мероприятий мы использовали следующие показатели и клинические шкалы: тест «Встань и иди», 10-метровый тест ходьбы, шкала баланса Берга, скорость ходьбы (км/ч), длина цикла шага (см) (таблицы 1, 2).

Сравнительный анализ динамики показателей между группами демонстрирует четкое преимущество методики с использованием БОС. Несмотря на то что статистически значимое улучшение наблюдалось в обеих группах,

экспериментальная группа показала более выраженный прогресс по всем оцениваемым параметрам. Выявлено следующее процентное улучшение (% от исходного значения) по ключевым функциональным тестам.

Тест «Встань и иди»: в экспериментальной группе время выполнения теста сократилось на 20%, в то время как в контрольной группе – на 17,8%.

10-метровый тест ходьбы: время, затраченное на ходьбу, уменьшилось на 23,3% в экспериментальной группе против 23,1% в контрольной.

Шкала баланса Берга: результаты экспериментальной группы выросли на 27,4%, тогда как в контрольной группе улучшение составило 15,1%.

Скорость ходьбы: прирост скорости в экспериментальной группе составил 20,9%, в контрольной – 21,0%. Разница между группами незначительна (0,1%).

Длина цикла шага: показатель длины шага в группе с БОС увеличился на 41,2% против прироста в 27,3%, достигнутого в контрольной группе.

Таким образом, можно заключить, что интеграция тренировок на беговой дорожке с БОС приводит к более выраженному улучшению функциональных возможностей в сфере баланса и симметрии ходьбы, что подтверждается количественным преимуществом, наиболее отчетливо выявленным в динамике по шкале Берга и длине цикла шага.

ОБСУЖДЕНИЕ

Эффективность тренировок на беговой дорожке и использования методов БОС подтверждена многими исследованиями с участием людей, перенесших церебральный инсульт. Увеличение скорости ходьбы и улучшение качества походки достигаются за счет увеличения времени нагрузки на паретичную конечность. Введение дополнительной внешней слуховой и визуальной информации о правильной походке и ее параметрах, таких как скорость, длина шага и симметричность фаз походки, при использовании беговой дорожки позволяет пациенту не только улучшить симметричность походки, но и стимулировать равновесие, координацию и силу, а также выносливость соответствующих групп мышц. Кроме того, мотивация пациента к выполнению упражнений усиливается за счет визуализации точности выполнения задания на экране и акустической БОС. М. Rizzo и соавт. (2023) [27] показали, что улучшение моторных функций может достигаться различными способами реабилитации, включая зеркальную терапию с визуальной БОС. X. Ma и соавт. (2025) [28] сообщают, что улучшение качества кинестетического воображения связаны с избирательным торможением в фронтально-центрально-височных областях мозга и активацией в затылочно-теменных областях мозга, а также с потоком информации между затылочно-теменными и фронтально-теменными областями мозга, и эти модели также могут использоваться при разработке онлайн-образовательных ресурсов для моторных навыков и технологий виртуального моделирования. М.Т.А.Р. Dantas и соавт. (2023) [29] изучали эффекты тренировки на беговой дорожке и проанализировали влияние последовательности тренировок на подвижность и параметры способности к ходьбе. Было показано, что использование тренировок по восстановлению походки на беговой дорожке оправдано, в

том числе с усилением эффекта таких тренировок за счет дополнительных процедур (например, функциональной электростимуляции).

В нашей группе, где применялась БОС, наблюдалось большее увеличение длины цикла походки на здоровой стороне и продолжительности фазы переноса здоровой нижней конечности. Более высокие результаты реабилитации в группе, где применялась БОС, также были связаны с улучшением симметрии продолжительности фазы опоры.

Пациенты из обеих групп сократили фазу размаха как паретичных, так и непаретичных конечностей с одновременным удлинением фазы стойки. В группе с БОС изменение пространственно-временных параметров непаретичной конечности было выше, чем в группе без БОС; однако разница между группами не была на высоком уровне значимости. В группе с БОС эффект моторного обучения был значительно выше, чем в контрольной группе, но касался только здоровой конечности. Этот факт можно объяснить малой продолжительностью программы, что может ограничивать возможности моторного обучения после инсульта, особенно в области моторного контроля паретичной конечности. Улучшение других показателей в группе получавших курс реабилитационных мероприятий с использованием БОС было выше, чем в группе без применения БОС, но не было статистически значимым – как в нашем исследовании, так и в других исследованиях [30].

■ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные результаты не позволяют однозначно ответить на вопрос о том, является ли реабилитация для восстановления функций ходьбы с применением беговой дорожки с БОС более эффективной по сравнению с тренировками на беговой дорожке без нее. Тренировки на беговой дорожке способствовали нормализации пространственно-временных параметров походки в обеих группах, в основном в фазе переноса и сокращения шага. Важным клиническим эффектом программы стало значительное увеличение скорости и дистанции ходьбы, а также повышение уровня независимости при ходьбе и самостоятельности в обеих группах. Визуальная обратная связь, используемая при тренировке ходьбы, помогала пациентам сосредоточиться на упражнении, предоставляя дополнительную информацию, а результаты в режиме реального времени мотивировали продолжать тренировки. Представленные результаты настоящего пилотного исследования могут стать предметом дальнейшего изучения с расширением выборки и, возможно, с использованием результатов современных нейровизуализационных исследований, позволяющих судить о морфологической целостности церебральных трактов [31], с более длительным периодом лечения и сопоставлением полученных данных с более ранними публикациями [32] о комплексе прогностических факторов, влияющих на клинические исходы постинсультной реабилитации. ■

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ	ADDITIONAL INFORMATION
Этическая экспертиза. Исследование выполнено в соответствии с этическими стандартами Хельсинкской декларации и одобрено локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет» (протокол №10 от 23.10.2024).	Ethical approval. The study was conducted in accordance with the ethical standards of the Helsinki Declaration and approved by the Local Ethics Committee of Bashkir State Medical University (Protocol No. 10 dated 23.10.2024).
Согласие на публикацию. Все участники исследования подписывали добровольное информированное согласие.	Consent for publication. All study participants signed a written informed consent form.
Источник финансирования. Работа выполнена за счет средств государственного задания Минздрава России (регистрационный номер 124121800005-6).	Study funding. The work was carried out using funds from the State Assignment of the Ministry of Health of the Russian Federation, registration number 124121800005-6.
Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с содержанием настоящей статьи.	Conflict of interest. The authors declare that there are no obvious or potential conflicts of interest associated with the content of this article.
Участие авторов. Ахмадеева Л.Р.: общее руководство, написание текста, Голдырев Е.О.: проведение тренинга, анализ данных, написание текста. Багаудинов К.Ф., Блинова Н.М.: участие в анализе данных и обсуждении результатов, редактирование текста. Все авторы одобрили финальную версию статьи перед публикацией, выразили согласие нести ответственность за все аспекты работы, подразумевающую надлежащее изучение и решение вопросов, связанных с точностью или добросовестностью любой части работы.	Contribution of individual authors. Akhmadeeva L.R.: overall supervision, writing of the text, Goldyrev E.O.: conducting the training, data analysis, writing of the text. Bagautdinov K.F., Blinova N.M.: participation in data analysis and discussion of results, editing of the text editing, participation in discussion of results. All authors gave their final approval of the manuscript for submission, and agreed to be accountable for all aspects of the work, implying proper study and resolution of issues related to the accuracy or integrity of any part of the work.
Оригинальность. При создании настоящей работы авторы не использовали ранее опубликованные сведения (текст, иллюстрации, данные).	Statement of originality. No previously published material (text, images, or data) was used in this work.
Доступ к данным. Редакционная политика в отношении совместного использования данных к настоящей работе не применима.	Data availability statement. The editorial policy regarding data sharing does not apply to this work.
Генеративный искусственный интеллект. При создании настоящей статьи технологии генеративного искусственного интеллекта не использовались.	Generative AI. No generative artificial intelligence technologies were used to prepare this article.
Рассмотрение и рецензирование. Настоящая работа подана в журнал в инициативном порядке и рассмотрена по обычной процедуре. В рецензировании участвовали 2 внешних рецензента.	Provenance and peer review. This paper was submitted unsolicited and reviewed following the standard procedure. The peer review process involved 2 external reviewers.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Rehabilitation programs after a stroke. (In Russ.). [Программы реабилитации после инсульта]. URL: <https://neurotech.ru/materials/personalizirovannyye-programmy-reabilitafii-dlya-vosstanovleniya-dvizhenii-posle-insul-ta/> (Accessed 14.11.2025)
2. Rochmah TN, Rahmawati IT, Dahlui M, et al. Economic Burden of Stroke Disease: A Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(14):7552. DOI: 10.3390/ijerph18147552

3. Gerstl JVE, Blitz SE, Qu QR, et al. Global, Regional, and National Economic Consequences of Stroke. *Stroke*. 2023;54(9):2380-2389. DOI: 10.1161/STROKEAHA.123.043131
4. Stein J, Katz DI, Black Schaffer RM, et al. Clinical Performance Measures for Stroke Rehabilitation: Performance Measures From the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke*. 2021;52(10):e675-e700. DOI: 10.1161/STR.0000000000000388

5. Alt Murphy M, Munoz-Novoa M, Heremans C, et al. European Stroke Organisation (ESO) guideline on motor rehabilitation. *Eur Stroke J*. 2025;10(4):1160-1188. DOI: [10.1177/23969873251338142](https://doi.org/10.1177/23969873251338142)
6. Kleim JA, Jones TA. Principles of experience-dependent neural plasticity. *J Speech Lang Hear Res*. 2008;51(1):225-239. DOI: [10.1044/1092-4388\(2008\)018](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2008)018)
7. Kwakkel G, Stinear C, Essers B, et al. Motor rehabilitation after stroke: European Stroke Organisation (ESO) consensus-based definition and guiding framework. *Eur Stroke J*. 2023;8(4):880-894. DOI: [10.1177/23969873231191304](https://doi.org/10.1177/23969873231191304)
8. Marín-Medina DS, Arenas-Vargas PA, Arias-Botero JC, et al. New approaches to recovery after stroke. *Neurol Sci*. 2024;45(1):55-63. DOI: [10.1007/s10072-023-07012-3](https://doi.org/10.1007/s10072-023-07012-3)
9. Yu P, Dong R, Wang X, et al. Neuroimaging of motor recovery after ischemic stroke - functional reorganization of motor network. *Neuroimage Clin*. 2024;43:103636. DOI: [10.1016/j.nicl.2024.103636](https://doi.org/10.1016/j.nicl.2024.103636)
10. Alia C, Cangi D, Massa V, et al. Cell-to-Cell Interactions Mediating Functional Recovery after Stroke. *Cells*. 2021;10(11):3050. DOI: [10.3390/cells10113050](https://doi.org/10.3390/cells10113050)
11. Salvalaggio S, Cacciante L, Maistrello L, Turolla A. Clinical Predictors for Upper Limb Recovery after Stroke Rehabilitation: Retrospective Cohort Study. *Healthcare (Basel)*. 2023;11(3):335. DOI: [10.3390/healthcare11030335](https://doi.org/10.3390/healthcare11030335)
12. Wang R, Zhang S, Zhang J, et al. Electromyographic biofeedback therapy for improving limb function after stroke: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One*. 2024;19(1):e0289572. DOI: [10.1371/journal.pone.0289572](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0289572)
13. Huang H, Wolf SL, He J. Recent Advances in Biofeedback for Neuromotor Rehabilitation. *J Neuroeng Rehabil*. 2006;3:11. DOI: [10.1186/1743-0003-3-11](https://doi.org/10.1186/1743-0003-3-11)
14. Wang H, Xiong X, Zhang K, et al. Motor network reorganization after motor imagery training in stroke patients with moderate to severe upper limb impairment. *CNS Neurosci Ther*. 2023;29(2):619-632. DOI: [10.1111/cns.14065](https://doi.org/10.1111/cns.14065)
15. Mozheiko EYu, Petryaeva OV. Review of the studies in the use of biofeedback therapy in rehabilitation and physiatrics of neurological patients. *Doctor.Ru*. 2021;20(9):43-47. [Можейко Е.Ю., Петряева О.В. Обзор исследований использования БОС-терапии при реабилитации пациентов неврологического профиля. *Доктор.Ру*. 2021;20(9):43-47]. DOI: [10.31550/1727-2378-2021-20-9-43-47](https://doi.org/10.31550/1727-2378-2021-20-9-43-47)
16. Yin L, Nam H, Wei Y, et al. Gait and balance metrics comparison among different fall risk groups and principal component analysis for fall prediction in older people. *Age Ageing*. 2025;54(4):afaf076. DOI: [10.1093/ageing/afaf076](https://doi.org/10.1093/ageing/afaf076)
17. Todhunter-Brown A, Sellers CE, Baer GD, et al. Physical rehabilitation approaches for the recovery of function and mobility following stroke. *Cochrane Database Syst Rev*. 2025;2(2):CD001920. DOI: [10.1002/14651858.CD001920.pub4](https://doi.org/10.1002/14651858.CD001920.pub4)
18. Butland RJA, Pang J, Gross ER, et al. Two-, six-, and twelve-minute walk tests. *BMJ*. 1982;284:1607-1608. DOI: [10.1136/bmj.284.6329.1607](https://doi.org/10.1136/bmj.284.6329.1607)
19. Podsiadlo D, Richardson S. The Timed "Up & Go" test. *J Am Geriatr Soc*. 1991;39:142-148. DOI: [10.1111/j.1532-5415.1991.tb01616.x](https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.1991.tb01616.x)
20. Collin C, Wade DT, Davies S, Horne V. The Barthel ADL Index: a reliability study. *Int Disabil Stud*. 1988;10:61-63. DOI: [10.3109/09638288809164103](https://doi.org/10.3109/09638288809164103)
21. Mahoney FI, Barthel DW. Functional Evaluation: The Barthel Index. *Md State Med J*. 1965;14:61-65. PMID: [14258950](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14258950/)
22. Hyun SJ, Lee J, Lee BH. The Effects of Sit-to-Stand Training Combined with Real-Time Visual Feedback on Strength, Balance, Gait Ability, and Quality of Life in Patients with Stroke: A Randomized Controlled Trial. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(22):12229. DOI: [10.3390/ijerph182212229](https://doi.org/10.3390/ijerph182212229)
23. Mehrholz J, Kugler J, Pohl M, Elsner B. Electromechanical-assisted training for walking after stroke. *Cochrane Database Syst Rev*. 2025;5(5):CD006185. DOI: [10.1002/14651858.CD006185.pub5](https://doi.org/10.1002/14651858.CD006185.pub5)
24. Brunner IC, Hansen GM. High-Intensity Gait Training for Patients After Stroke: A Feasibility Study. *Physiother Res Int*. 2025;30(2):e70059. DOI: [10.1002/pri.70059](https://doi.org/10.1002/pri.70059)
25. Lyu T, Yan K, Lyu J, et al. Comparative efficacy of gait training for balance outcomes in patients with stroke: A systematic review and network meta-analysis. *Front Neurol*. 2023;14:1093779. DOI: [10.3389/fneur.2023.1093779](https://doi.org/10.3389/fneur.2023.1093779)
26. Sun H, Wang H, Wu C, et al. Enhancing Neuron Activity Promotes Functional Recovery by Inhibiting Microglia-Mediated Synapse Elimination After Stroke. *Stroke*. 2025;56(2):505-516. DOI: [10.1161/STROKEAHA.124.049265](https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.124.049265)
27. Rizzo M, Del Percio C, Petrini L, et al. Cortical sources of electroencephalographic alpha rhythms related to the anticipation and experience of mirror visual feedback-induced illusion of finger movements. *Psychophysiology*. 2023;60(6):e14281. DOI: [10.1111/psyp.14281](https://doi.org/10.1111/psyp.14281)
28. Ma X, Shi B. Enhancing the quality of kinesthetic motor imagery for complex motor skills through simulated muscle activation color visualization: Evidence from time-frequency and functional connectivity analyses. *Neuroimage*. 2025;309:121051. DOI: [10.1016/j.neuroimage.2025.121051](https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2025.121051)
29. Dantas MTAP, Fernani DCGL, Silva TDD, et al. Gait Training with Functional Electrical Stimulation Improves Mobility in People Post-Stroke. *Int J Environ Res Public Health*. 2023;20(9):5728. DOI: [10.3390/ijerph20095728](https://doi.org/10.3390/ijerph20095728)
30. Tariq S, Waris A, Iqbal J, et al. Evaluation of balance and orthotic gait training techniques for rehabilitation in hemiplegic stroke patients. *Sci Rep*. 2025;15(1):15059. DOI: [10.1038/s41598-025-98227-1](https://doi.org/10.1038/s41598-025-98227-1)
31. Baykov DE, Akhmadeeva LR, Gizatullin RR, et al. Method for constructing the corticospinal tract in patients after cerebral stroke. Patent for invention RU 2853415 C1, December 23, 2025. Application No. 2025104487 dated February 27, 2025. (In Russ.). [Байков Д.Э., Ахмадеева Л.Р., Гизатуллин Р.Р., и др. Способ построения кортикоспинального тракта у пациентов, перенесших церебральный инсульт. Патент на изобретение RU 2853415 C1, 23.12.2025. Заявка № 2025104487 от 27.02.2025].
32. Lo BWY, Fukuda H. Advances in Ischemic Stroke Treatment: Current and Future Therapies. *Neurol Ther*. 2025;14(5):1783-1796. DOI: [10.1007/s40120-025-00810-1](https://doi.org/10.1007/s40120-025-00810-1)

Возможности и результаты хирургического лечения больных забрюшинными неорганными липосаркомы с инвазией магистральных сосудов

М.Г. Абгарян, Е.В. Артамонова, Е.И. Коваленко, Т.А. Титова,
М.П. Никулин, С.Н. Бердников, И.С. Стилиди

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии имени Н.Н. Блохина»
Минздрава России (Москва, Российская Федерация)

Аннотация

Цель: показать возможность, безопасность и эффективность резекции магистральных артерий (аорта, правая/левая подвздошная артерия) и вен (нижняя полая, правая/левая подвздошная вены) у больных забрюшинными неорганными липосаркомы с инвазией данных сосудов.

Материал и методы. В ретроспективное исследование вошли больные забрюшинными неорганными липосаркомы с инвазией магистральных сосудов, которым в ФГБУ НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина в 2001–2023 гг. провели хирургическое лечение в объеме удаления липосаркомы с мультиорганной резекцией и резекцией магистральных артерий (аорта, правая/левая подвздошная артерия) и вен (нижняя полая, правая/левая подвздошная вены). Для пластики сосудов использовали синтетические протезы Gore-Tex. При наличии удовлетворительного коллатерального оттока проводили циркулярную резекцию нижней полой вены без протезирования. Осложнения хирургического лечения оценивали по шкале Clavien – Dindo. Для статистической обработки материала исследования использовали пакет программ Statistica for Windows v.10 и SPSS v21. Различия полученных результатов рассматривали как статистически значимые при уровне $p \leq 0,05$. Расчет выживаемости провели по методу Каплана – Мейера, достоверность различий оценили по log-rank test.

Результаты. В исследование вошли 28 больных забрюшинными неорганными липосаркомы с инвазией магистральных сосудов, это 9 (32,1%) мужчин и 19 (67,9%) женщин в возрасте от 22 до 73 лет (медиана возраста 49,5 [42,5; 55,0] года). У 11 (39,3%) больных была первичная опухоль, у 17 (60,7%) – рецидивная. У 13 (46,4%) пациентов липосаркома соответствовала Ib стадии по классификации TNM, у 6 (21,4%) – IIa стадии и у 9 (32,1%) – IIb стадии. В 12 (42,9%) случаях диагностировали многоузловую липосаркому. У 13 (46,4%) пациентов опухоль имела высокую степень дифференцировки (G1), у 7 (25%) – умеренную степень (G2) и у 8 (28,6%) – низкую (G3). Неoadъювантную химиотерапию (доксорубин+ифосфамид) получили 6 (21,4%) больных с эффектом стабилизации. Все 28 пациентов оперированы в радикальном объеме. Наряду с удалением липосаркомы в 9 (32,1%) случаях выполнили резекцию магистральных артерий (аорта, правая/левая подвздошная артерия), в 13 (46,5%) – резекцию магистральных вен (нижняя полая, правая/левая подвздошная вены) и в 6 (21,4%) – резекцию артерий и вен. Мультиорганные

резекции 1–5 органов провели 21 (75%) пациенту. Частота осложнений хирургического лечения \geq III класса по шкале Clavien – Dindo составила 21,4% (n=6), послеоперационная летальность – 3,6% (n=1). Сроки наблюдения за 28 больными варьировали от 2,3 до 189,8 мес. (медиана 62,5 [14,8; 84,6] мес.). За это время прогрессирование заболевания возникло у 20 (71,4%) пациентов, у 12 (42,9%) развился местный рецидив, у 7 (25%) – отдаленные метастазы, у 1 (3,6%) – и местный рецидив, и отдаленные метастазы. Умерли от прогрессирования липосаркомы 8 (28,6%) больных. Общая 1- и 3-летняя выживаемость составила по 96,4±3,5%, 5-летняя – 84,4±8,5%, 10-летняя – 39,8±14,6% (медиана общей выживаемости 88,8 [72,3; -] мес.). Показатели выживаемости без прогрессирования липосаркомы составили соответственно 84,8±7,0%, 48,9±11,2%, 21,7±9,5%, 5,4±5,3% и 21,7 [12,2; 52,5] мес. Многофакторный регрессионный анализ Кокса показал, что на общую выживаемость 28 больных забрюшинными неорганными липосаркомы с инвазией магистральных сосудов отрицательно повлияли 3 независимых фактора: низкая степень дифференцировки опухоли, наличие многоузловой опухоли и наличие опухолевой инвазии органов, расположенных рядом с забрюшинной неорганный липосаркомой, по поводу которой выполнена мультиорганная резекция. На выживаемость без прогрессирования забрюшинной неорганный липосаркомы с инвазией магистральных сосудов оказали статистически значимое отрицательное влияние 2 независимых фактора: низкая степень дифференцировки опухоли и наличие ее рецидива.

Заключение. Результаты проведенного нами исследования показали, что в условиях специализированной клиники возможно радикальное хирургическое лечение больных забрюшинными неорганными липосаркомы с инвазией магистральных вен и артерий, включая аорту, которое сопровождается приемлемым уровнем осложнений и обеспечивает высокую общую 5-летнюю выживаемость, составляющую 84,4±8,5%.

Ключевые слова: забрюшинная неорганный липосаркома с инвазией магистральных сосудов, резекция магистральных артерий, резекция магистральных вен, резекция аорты, резекция правой/левой подвздошной артерии, резекция нижней полой вены, резекция правой/левой подвздошной вены.

Конфликт интересов: не заявлен.

Для цитирования:

Абгарян М.Г., Артамонова Е.В., Коваленко Е.И., Титова Т.А., Никулин М.П., Бердников С.Н., Стилиди И.С. **Возможности и результаты хирургического лечения больных забрюшинными неорганными липосаркомы с инвазией магистральных сосудов.** Наука и инновации в медицине. 2026;11(2):117-122. DOI: <https://doi.org/10.35693/SIM703846>

Сведения об авторах

***Абгарян Михаил Грантович** – канд. мед. наук, старший научный сотрудник, врач-онколог отделения абдоминальной онкологии №1 НИИ Клинической онкологии имени академика РАН и РАМН Н.Н. Трапезникова.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8893-1894>
E-mail: abgaryan.mikael@gmail.com

Артамонова Е.В. – д-р мед. наук, профессор, заведующая отделением противоопухолевой лекарственной терапии №1 НИИ Клинической онкологии имени академика РАН и РАМН Н.Н. Трапезникова.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7728-9533>
E-mail: artamonovae@mail.ru

Коваленко Е.И. – канд. мед. наук, старший научный сотрудник отделения противоопухолевой лекарственной терапии №1 НИИ Клинической онкологии имени академика РАН и РАМН Н.Н. Трапезникова.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4763-7992>
E-mail: e.i.kovalenko@mail.ru

Титова Т.А. – канд. мед. наук, научный сотрудник отделения противоопухолевой лекарственной терапии №1 НИИ Клинической онкологии имени академика РАН и РАМН Н.Н. Трапезникова.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5039-6360>
E-mail: tatiana.titovadoc@gmail.com

Никулин М.П. – канд. мед. наук, старший научный сотрудник отделения абдоминальной онкологии №1 НИИ Клинической онкологии имени академика РАН и РАМН Н.Н. Трапезникова.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9608-4696>
E-mail: maximetrovich@mail.ru

Бердников С.Н. – канд. мед. наук, ведущий научный сотрудник, заведующий отделением ультразвуковой диагностики консультативно-диагностического центра.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2586-8562>
E-mail: berdnikov_sn@mail.ru

Стилиди И.С. – академик РАН, профессор, д-р мед. наук, директор.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0493-1166>
E-mail: biochimia@yandex.ru

***Автор для переписки**

Список сокращений

НПВ – нижняя полая вена; ЖКТ – желудочно-кишечный тракт.

Получено: 01.03.2026

Одобрено: 26.03.2026

Опубликовано: 28.03.2026

Potential and outcomes of surgical treatment of patients with retroperitoneal non-organ liposarcoma invading great vessels

Mikael G. Abgaryan, Elena V. Artamonova, Elena I. Kovalenko, Tatyana A. Titova, Maksim P. Nikulin, Sergei N. Berdnikov, Ivan S. Stilidi

N.N. Blokhin National Medical Research Center of Oncology (Moscow, Russian Federation)

Abstract

Aim: to demonstrate the feasibility, safety, and efficacy of resection of major arteries (aorta, right/left iliac artery) and veins (inferior vena cava, right/left iliac vein) in patients with retroperitoneal non-organ liposarcomas with major vessel invasion.

Material and methods. This retrospective study included patients with retroperitoneal non-organ liposarcomas with major vessel invasion who underwent surgical treatment at the N.N. Blokhin National Medical Research Center of Oncology from 2001 to 2023. This included liposarcoma removal with multi-organ resection and resection of major arteries (aorta, right/left iliac artery) and veins (inferior vena cava, right/left iliac vein). Gore-Tex synthetic grafts were used for vascular reconstruction. In the presence of satisfactory collateral outflow, a circular resection of the inferior vena cava without grafting was performed. Complications of surgical treatment were assessed using the Clavien-Dindo scale. Statistical analysis of the study material was performed using Statistica for Windows v.10 and SPSS v21. Differences in the obtained results were considered statistically significant at a p level of ≤ 0.05 . Survival was calculated using the Kaplan-Meier method, and the significance of differences was assessed using the log-rank test.

Results. The study included 28 patients with retroperitoneal non-organ liposarcomas with invasion of the great vessels: 9 (32.1%) men and 19 (67.9%) women, aged 22 to 73 years (median age 49.5 [42.5; 55.0] years). Eleven patients (39.3%) had a primary tumor, and 17 (60.7%) had a recurrent tumor. In 13 patients (46.4%), liposarcoma corresponded to stage Ib according to the TNM classification, in 6 (21.4%), stage IIIa, and in 9 (32.1%), stage IIIb. Multinodular liposarcoma was diagnosed in 12 cases (42.9%). In 13 patients (46.4%), the tumor had a high degree of differentiation (G1), in 7 (25%), moderate grade (G2), and in 8 (28.6%), low grade (G3). Neoadjuvant chemotherapy (doxorubicin + ifosfamide) was received by 6 patients (21.4%) with a stabilizing effect. All 28 patients underwent radical surgery. Along with liposarcoma removal, resection of the main arteries (aorta, right/left iliac artery) was performed in 9 (32.1%) cases, resection of the main veins (inferior cava,

right/left iliac veins) in 13 (46.5%) cases, and resection of arteries and veins in 6 (21.4%) cases. Multiorgan resections of 1-5 organs were performed in 21 (75%) patients. The incidence of surgical complications of class III according to the Clavien-Dindo scale and above was 21.4% ($n=6$), postoperative mortality was 3.6% ($n=1$). The follow-up periods for 28 patients ranged from 2.3 to 189.8 months (median 62.5 [14.8; 84.6] months). During this time, disease progression occurred in 20 (71.4%) patients, local recurrence developed in 12 (42.9%), distant metastases in 7 (25%), and both local recurrence and distant metastases in 1 (3.6%). Eight (28.6%) patients died from liposarcoma progression. The overall 1- and 3-year survival rates were $96.4 \pm 3.5\%$, 5-year survival rates were $84.4 \pm 8.5\%$, and 10-year survival rates were $39.8 \pm 14.6\%$ (median overall survival was 88.8 [72.3; -] months). The progression-free survival rates of liposarcoma were $84.8 \pm 7.0\%$, $48.9 \pm 11.2\%$, $21.7 \pm 9.5\%$, $5.4 \pm 5.3\%$ and 21.7 [12.2; 52.5] months, respectively. Multivariate Cox regression analysis showed that the overall survival of 28 patients with retroperitoneal non-organ liposarcoma with invasion of great vessels was negatively affected by 3 independent factors: low degree of tumor differentiation, the presence of multinodular tumor and the presence of tumor invasion of organs located near the retroperitoneal non-organ liposarcoma, for which multiorgan resection was performed. Progression-free survival in retroperitoneal non-organ liposarcoma with great vessel invasion was statistically significantly negatively impacted by 2 independent factors: low tumor differentiation and the presence of tumor recurrence.

Conclusion. The results of our study demonstrated that radical surgical treatment of patients with retroperitoneal non-organ liposarcoma with great vessel invasion, including the aorta, is feasible in a specialized clinic. This treatment is associated with an acceptable complication rate and ensures a high overall 5-year survival rate of $84.4 \pm 8.5\%$.

Keywords: retroperitoneal non-organ liposarcoma with great vessel invasion, great artery resection, great vein resection, aortic resection, right/left iliac artery resection, inferior vena cava resection, right/left iliac vein resection.

Conflict of interest: nothing to disclose.

Citation

Abgaryan MG, Artamonova EV, Kovalenko EI, Titova TA, Nikulin MP, Berdnikov SN, Stilidi IS. **Potential and outcomes of surgical treatment of patients with retroperitoneal non-organ liposarcoma invading great vessels.** *Science and Innovations in Medicine.* 2026;11(2):117-122. DOI: <https://doi.org/10.35693/SIM703846>

Information about authors

***Mikael G. Abgaryan** – MD, Cand. Sci. (Medicine), Senior researcher, Oncologist of the Department of Abdominal Oncology No. 1 of the N.N. Trapeznikov Research Institute of Clinical Oncology. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8893-1894>
E-mail: abgaryan.mikael@gmail.com
Elena V. Artamonova – MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor, Head of the Department of Antitumor Drug Therapy No. 1 of the N.N. Trapeznikov Research Institute of Clinical Oncology. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7728-9533>
E-mail: artamonovae@mail.ru
Elena I. Kovalenko – MD, Cand. Sci. (Medicine), Senior researcher of the Department of Antitumor Drug Therapy No. 1 of the N.N. Trapeznikov Research Institute of Clinical Oncology. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4763-7992>
E-mail: e.i.kovalenko@mail.ru

Tatyana A. Titova – MD, Cand. Sci. (Medicine), research fellow of the Department of Antitumor Drug Therapy No. 1 of the N.N. Trapeznikov Research Institute of Clinical Oncology. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5039-6360>
E-mail: tatiana.titovadoc@gmail.com

Maksim P. Nikulin – MD, Cand. Sci. (Medicine), Senior researcher of the Department of Abdominal Oncology No. 1 of the N.N. Trapeznikov Research Institute of Clinical Oncology. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9608-4696>
E-mail: maximpetrovich@mail.ru

Sergei N. Berdnikov – MD, Cand. Sci. (Medicine), Leading researcher, Head of the ultrasound diagnostics department of the consultative and diagnostic center. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2586-8562>
E-mail: berdnikov_sn@mail.ru

Ivan S. Stilidi – MD, Academician of the Russian Academy of Sciences, Professor, Doctor of Medical Sciences, Director. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0493-1166>
E-mail: biochimia@yandex.ru

***Corresponding author**

Received: 01.03.2026

Accepted: 26.03.2026

Published: 28.03.2026

ВВЕДЕНИЕ

Большинство больных забрюшинными неорганными липосаркомками с инвазией магистральных сосудов в России и многих других странах до сих пор считаются неоперабельными. В литературе мы нашли лишь несколько сообщений о резекции магистральных артерий и вен у таких пациентов. Выполняют преимущественно вмешательства на нижней полой (НПВ) и подвздошных

венах [1–3]. Резекцию аорты, чревного ствола и подвздошных артерий проводят очень редко [4–7]. В то же время М.Н.М. Schwarzbach и соавт. (2006) [7] считают, что резекция сосудов, пораженных опухолью, нужна 18% оперированных больных забрюшинной саркомой, 64% из них необходимы резекции вен, 16% – резекции артерий и 20% – симультантные вмешательства на артериях и венах. Показано, что большие липосаркомы сдавливают

или частично инфильтрируют нижнюю полую и соседние вены. Прямую инвазию стенки сосуда при гистологическом исследовании выявляют менее чем у 8% пациентов [2, 8]. В зависимости от протяженности инфильтрации сосудистой стенки выполняют либо пристеночную, либо циркулярную резекцию сосуда. Больным с поражением менее 50% окружности вены проводят пристеночную резекцию с прямым ушиванием или пластикой дефекта заплатой [1]. После циркулярной резекции и удаления пораженного сегмента выполняют протезирование или перевязку вены. Вариант реконструкции напрямую зависит от выраженности коллатерального оттока [1, 9–11]. После циркулярной резекции перевязку НПВ, как правило, осуществляют только у больных с хорошо развитой венозной сетью. F.C.M. Cananzi (2021) и N.A. Devaud с соавт. (2023) [12, 13] сообщили о возможности циркулярной резекции и перевязки левой почечной вены только при наличии оттока по надпочечниковым, диафрагмальным, поясничным и гонадным венам, которые во время операции нужно обязательно сохранять.

После циркулярной резекции магистральных артерий M.M. Bertrand и соавт. (2016) [14] формировали прямой анастомоз или проводили реимплантацию/протезирование. Исключение делали только для внутренних подвздошных артерий. При поражении брюшного отдела аорты использовали прямые протезы и сохраняли висцеральные ветви. В литературе описаны единичные клинические случаи резекции с реимплантацией/протезированием чревного ствола и верхней брыжеечной артерии при удалении забрюшинной опухоли. Все они сопровождались тяжелыми осложнениями [5, 7].

Также мало описаний симультантной резекции подвздошных артерий и вен [6, 14]. A. Lv и соавт. (2022) [6] выявили инвазию подвздошных сосудов у 9% больных забрюшинными саркомами, у 70,8% из них провели комбинированную резекцию артерии и вен, у 25,0% резецировали только вену и у 4,2% – только артерию.

Мультиорганные резекции выполняют у 50–80% больных забрюшинными неорганными саркомами с инвазией магистральных сосудов [9, 15–19]. A.Ю. Волков и соавт. (2024) [15] провели мультиорганные резекции у 53% больных забрюшинными неорганными липосаркомами G1, у 72% – с опухолями G2-G3.

Таким образом, судя по данным литературы, радикальному хирургическому лечению забрюшинной неорганной липосаркомы с инвазией магистральных сосудов способствует только активная хирургическая тактика в объеме резекции опухоли *en block* с пораженными сосудами и органами и адекватный подход к последующей реконструкции артерий и вен. Это дает возможность локального контроля и улучшает отдаленные результаты лечения [15, 16] при вполне приемлемом уровне осложнений и летальности [9, 16, 17, 19, 20].

■ ЦЕЛЬ

Показать возможность, безопасность и эффективность резекции магистральных артерий (аорта, правая/левая подвздошная артерия) и вен (нижняя полая, правая/левая подвздошная вены) у больных забрюшинными неорганными липосаркомами с инвазией данных сосудов.

■ МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В ретроспективное исследование вошли больные забрюшинными неорганными липосаркомами с инвазией магистральных сосудов, которым в ФГБУ НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина МЗ РФ в 2001–2023 гг. провели хирургическое лечение в объеме удаления липосаркомы с мультиорганной резекцией и резекцией магистральных артерий (аорта, правая/левая подвздошная артерия) и вен (нижняя полая, правая/левая подвздошная вены). Для пластики сосудов использовали синтетические протезы Gore-Tex, для неоадьювантной химиотерапии – доксорубин и ифосфамид. Оценку осложнений хирургического лечения провели по шкале P.A. Clavien – Dindo (1992) [21]. Для статистической обработки материала исследования использовали пакет программ Statistica for Windows v.10 и SPSS v21. Различия полученных результатов рассматривали как статистически значимые при уровне $p \leq 0,05$ ($\geq 95\%$ точность). Расчет выживаемости провели по методу Каплана – Мейера, достоверность различий оценили по log-rank test.

■ РЕЗУЛЬТАТЫ

Среди 28 больных забрюшинными неорганными липосаркомами с инвазией магистральных сосудов было 9 (32,1%) мужчин и 19 (67,9%) женщин в возрасте от 22 до 73 лет (медиана возраста 49,5 [42,5; 55,0] года). У 11 (39,3%) больных выявлена первичная опухоль, у 17 (60,7%) – рецидивная. У 13 (46,4%) пациентов липосаркома соответствовала Ib стадии по классификации TNM, у 6 (21,4%) – IIIa стадии и у 9 (32,1%) – IIIb стадии. Медиана размера опухоли составила 15,0 [10,0; 28,5] см (от 6 до 50 см), отдаленных и регионарных метастазов ни у кого не было. У 13 (46,4%) больных липосаркома имела высокую степень дифференцировки (G1), у 7 (25%) – умеренную степень (G2) и у 8 (28,6%) – низкую (G3). В 12 (42,9%) случаях диагностировали многоузловую опухоль. Неоадьювантную химиотерапию (доксорубин + ифосфамид) получили 6 (21,4%) больных, у всех достигнут эффект стабилизации по шкале RECIST. Во время хирургического лечения наряду с удалением липосаркомы в 9 (32,1%) случаях выполнили резекцию магистральных артерий (аорта, правая/левая подвздошная артерия), в 13 (46,5%) – резекцию магистральных вен (нижняя полая, правая/левая подвздошная вены) и в 6 (21,4%) – резекцию артерий и вен. Объем оперативного вмешательства на магистральных сосудах представлен в таблице 1. Для пластики сосудов использовали синтетические протезы Gore-Tex. При наличии удовлетворительного коллатерального оттока во всех случаях проводили циркулярную резекцию НПВ с перевязкой.

Мультиорганные резекции 1–5 органов выполнили 21 (75%) пациенту. У 11 (39,3%) больных удалили почку, у 10 (35,7%) – резецировали ободочную кишку, у 8 (28,6%) – диафрагму, у 4 (14,3%) удалили надпочечник, у 2 (7,1%) – резецировали печень/12-перстную/тонкую/прямую кишку, у 1 (3,6%) – поджелудочную железу.

Все 28 пациентов оперированы в радикальном объеме. Медиана продолжительности хирургического вмешательства составила 290 [245; 315] мин. (170–540 мин.). Объем кровопотери варьировал от 300 до 9000 мл (медиана 750 [550; 1400] мл). Осложнения (от 1 до 7) хирургического

Объем оперативного вмешательства на сосудах	Всего (n=28)	
	Абс.	%
Продольная резекция		
Правая/левая подвздошная артерия	4	14,3
Нижняя полая вена	3	10,7
Левая подвздошная вена	1	3,6
Циркулярная резекция		
Бифуркация аорты с протезированием	1	3,6
Левая подвздошная артерия с пластикой конец-в-конец	1	3,6
Правая/левая подвздошная артерия с пластикой конец-в-конец + циркулярная резекция правой/левой подвздошной вены с перевязкой	2	7,1
Левая подвздошная артерия с протезированием	3	10,7
Левая подвздошная артерия с протезированием + циркулярная резекция левой подвздошной вены с перевязкой	4	14,3
Нижняя полая вена с перевязкой	6	21,4
Нижняя полая вена с протезированием	1	3,6
Правая/левая подвздошная вена с перевязкой	2	7,1

Таблица 1. Объем оперативного вмешательства на магистральных сосудах у 28 больных забрюшинными неорганными липосаркоммами с инвазией магистральных сосудов

Table 1. The extent of surgical intervention on the main vessels in 28 patients with retroperitoneal non-organ liposarcomas with invasion of the main vessels

лечения развились у 19 (67,9%) пациентов. В 6 случаях их тяжесть соответствовала \geq III классу по шкале Clavien – Dindo. Превалировал тромбоз глубоких вен нижних конечностей (n=18; 64,3%), далее следовали плеврит (n=15; 53,6%), пневмония (n=8; 28,6%), тромбоз НПВ (n=2; 7,1%), почечная недостаточность (n=2; 7,1%). В единичных случаях (по 3,6%) возникли панкреатический свищ типа А, панкреонекроз, кровотечение из острой язвы желудочно-кишечного тракта (ЖКТ), полиорганная недостаточность, сепсис и острая сердечно-сосудистая недостаточность. В связи с осложнениями 2 (7,1%) больным провели экстренные операции в объеме релапаротомии с остановкой кровотечения из язвы 12-перстной кишки и ампутации нижней конечности на фоне тромбоза вен. Послеоперационная летальность составила 3,6% (n=1).

Продолжительность периода наблюдения за 28 больными варьировала от 2,3 до 189,8 мес. (медиана 62,5 [14,8; 84,6] мес.). За это время прогрессирование заболевания возникло у 20 (71,4%) пациентов, у 12 (42,9%) развился местный рецидив, у 7 (25%) – отдаленные метастазы, у 1 (3,6%) – и местный рецидив, и отдаленные метастазы. Умерли от прогрессирования липосаркоммы 8 (28,6%) больных. Общая 1- и 3-летняя выживаемость одинаковая – 96,4 \pm 3,5%, 5-летняя – 84,4 \pm 8,5%, 10-летняя – 39,8 \pm 14,6% (медиана 88,8 [72,3; -] мес.). Выживаемость без прогрессирования липосаркоммы составила соответственно 84,8 \pm 7,0%, 48,9 \pm 11,2%, 21,7 \pm 9,5%, 5,4 \pm 5,3% и 21,7 [12,2; 52,5] мес.

По результатам многофакторного регрессионного анализа Кокса, на общую выживаемость 28 больных забрюшинными неорганными липосаркоммами с инвазией магистральных сосудов отрицательно повлияли три независимых фактора. Первый – низкая степень дифференцировки опухоли: 5-летняя общая выживаемость пациентов с опухолью G3 достоверно ниже по сравнению с G1 и G2 (43,7 \pm 31,5% vs 100% при G1, p=0,045 и 43,7 \pm 31,5% vs 66,7 \pm 27,2% при G2, p=0,049). Медиана общей выживаемости больных опухолью G3 составила 50,7 [24,2; 72,2] мес., в группах G1 и G2 медиана не достигнута. Второй – наличие многоузловой опухоли. Медиана общей выживаемости больных многоузловой липосаркоммой достоверно ниже по сравнению с одноузловой опухолью (65 [38,2; 79,1] мес.

vs медиана не достигнута, p=0,049), при 5-летних показателях соответственно 68,8 \pm 20,7% и 91,7 \pm 8,0%. Третий – наличие опухолевой инвазии органов, расположенных рядом с забрюшинной неорганный липосаркоммой, по поводу которой выполнена мультиорганная резекция. Медиана общей выживаемости пациентов, которым выполнена мультиорганная резекция, достоверно (p=0,036) ниже и составила 79,0 [62,3; 94,1] мес. при 5-летнем показателе 77,9 \pm 11,7% по сравнению с больными без мультиорганной резекции, у них медиана общей выживаемости не достигнута, 5-летний показатель составил 100%).

На выживаемость без прогрессирования забрюшинной неорганный липосаркоммы с инвазией магистральных сосудов оказали статистически значимое негативное влияние два независимых фактора. Первый – степень дифференцировки опухоли. Медиана выживаемости больных липосаркоммой G1 достоверно выше (36,8 [5,0; 42,9] мес.) по сравнению с G2 (14,7 [12,4; 19,3] мес., p=0,015) и G3 (17,5 [6,3; 59,3] мес., p=0,049) при 5-летней выживаемости соответственно 33,3 \pm 23,2%, показатель не достигнут и 26,0 \pm 12,8%. Второй – наличие первичной или рецидивной опухоли. Медиана выживаемости пациентов с рецидивом липосаркоммы достоверно (p=0,008) ниже и составила только 16,3 [9,9; 39,5] мес. при 5-летней выживаемости 11,8 \pm 7,8% по сравнению с 96 [37; -] мес. и 5-летней выживаемостью 66,7 \pm 27,2% у больных первичными опухолями.

■ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты, полученные в нашем исследовании, сопоставимы с данными литературы. Нам удалось радикально прооперировать всех пациентов с частотой осложнений \geq III класса по шкале Clavien – Dindo 21,4% (n=6) и послеоперационной летальностью 3,6% (n=1). В работе М.М. Bertrand и соавт. (2016) [14] частота R0-резекций составила 87%, частота тяжелых послеоперационных осложнений – 19,3%, летальных исходов в послеоперационном периоде не было. По данным литературы, частота осложнений III–V степени по шкале Clavien – Dindo после резекции забрюшинных сарком с сосудистой реконструкцией варьирует от 16 до 54% [7, 9, 22–27]. В крупном исследовании группы TARPSWG такие осложнения возникли у 16,4%

больных при частоте послеоперационной летальности 1,8% [25]. В работе М. Ferraris и соавт. (2019) [22] уровень тяжелых осложнений – 22,4%, данных о летальности нет.

Мы констатировали прогрессирование липосаркомы после лечения у 71,4% (n=20) пациентов, 5-летняя общая выживаемость составила 84,4%, выживаемость без прогрессирования заболевания – 21,7%. По результатам многофакторного регрессионного анализа Кокса, независимые факторы, негативно повлиявшие на общую выживаемость, – это низкая степень дифференцировки опухоли, наличие многоузловой липосаркомы и опухолевой инвазии соседних органов. На выживаемость без прогрессирования заболевания повлияли степень дифференцировки опухоли и наличие рецидивной опухоли. Согласно трансатлантическому регистру, рецидив является причиной смерти 75% больных забрюшинными саркомами [28]. В исследовании G. Spolverato и соавт. (2021) [27] у больных высокозлокачественными опухолями с сосудистой инвазией частота локального рецидива на протяжении 5 лет составила 45%, в работе А. Gronchi и соавт. (2016) [4] аналогичный показатель за 10 лет – 59,3%. Обобщенные данные литературы показывают, что 5-летняя безрецидивная выживаемость составляет 20–35% при 5-летней общей выживаемости 50–60% [29].

Таким образом, несмотря на высокую степень технической сложности, проведение радикального хирургического

лечения больных забрюшинными неорганными липосаркомами с инвазией магистральных сосудов возможно и относительно безопасно. Выживаемость пациентов во многом зависит от степени злокачественности опухоли и ее распространенности на окружающие ткани. Нам удалось достичь 84,4% общей 5-летней выживаемости. Для этого у 75% пациентов для обеспечения радикальности хирургического лечения мы выполнили мультиорганные резекции. Исходя из многолетнего личного опыта, при проведении резекции и реконструкции магистральных артерий и вен у больных забрюшинными неорганными липосаркомами с инвазией магистральных сосудов рекомендуем при хорошо развитом коллатеральном оттоке отказаться от пластики НПВ для снижения риска тромбоза и инфицирования протеза, а также для избавления пациентов от пожизненного приема антикоагулянтов.

■ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты проведенного нами исследования показали, что в условиях специализированной клиники возможно радикальное хирургическое лечение больных забрюшинными неорганными липосаркомами с инвазией магистральных вен и артерий, включая аорту, которое сопровождается приемлемым уровнем осложнений и обеспечивает высокую общую 5-летнюю выживаемость, составляющую 84,4±8,5%. ■

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ	ADDITIONAL INFORMATION
Этическая экспертиза. Статья выполнена в рамках диссертации «Ангиопластические операции в абдоминальной онкологии» на соискание ученой степени доктора медицинских наук. Тема диссертации утверждена на ученом совете НИИ Клинической онкологии имени академика РАН и РАМН Н.Н. Трапезникова ФГБУ НМИЦ онкологии имени Н.Н. Блохина Минздрава России.	Ethical Approval Statement. The article was performed as part of the dissertation “Angioplasty operations in abdominal oncology” for the degree of Doctor of Medical Sciences. The thesis topic was approved by the Scientific Council of the Scientific Research Institute of Clinical Oncology n.a. Academician of the Russian Academy of Sciences and the Russian Academy of Medical Sciences N.N. Trapeznikov, Blokhin National Research Medical Center of Oncology.
Источник финансирования. Работа выполнена по инициативе авторов без привлечения финансирования.	Study funding. The study was the authors' initiative without external funding.
Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с содержанием настоящей статьи.	Conflict of interest. The authors declare that there are no obvious or potential conflicts of interest associated with the content of this article.
Участие авторов. Абгарян М.Г., Коваленко Е.И., Титова Т.А., Никулин М.П.: концепция и дизайн работы, сбор, анализ и интерпретация данных, подготовка текста статьи. Артамонова Е.В., Бердников С.Н., Стилиди И.С.: редактирование текста статьи. Все авторы одобрили финальную версию статьи перед публикацией, выразили согласие нести ответственность за все аспекты работы, подразумевающую надлежащее изучение и решение вопросов, связанных с точностью или добросовестностью любой части работы.	Contribution of individual authors. Abgaryan M.G., Kovalenko E.I., Titova T.A., Nikulin M.P.: concept and design of the work, collection, analysis and interpretation of data, preparation of the text of the article. Artamonova E.V., Berdnikov S.N., Stilidi I.S.: editing of the text of the article. The authors gave their final approval of the manuscript for submission, and agreed to be accountable for all aspects of the work, implying proper study and resolution of issues related to the accuracy or integrity of any part of the work.
Оригинальность. При создании настоящей работы авторы не использовали ранее опубликованные сведения (текст, иллюстрации, данные).	Statement of originality. No previously published material (text, images, or data) was used in this work.
Доступ к данным. Редакционная политика в отношении совместного использования данных к настоящей работе не применима.	Data availability statement. The editorial policy regarding data sharing does not apply to this work.
Генеративный искусственный интеллект. При создании настоящей статьи технологии генеративного искусственного интеллекта не использовали.	Generative AI. No generative artificial intelligence technologies were used to prepare this article.
Рассмотрение и рецензирование. Настоящая работа подана в журнал в инициативном порядке и рассмотрена по обычной процедуре. В рецензировании участвовали 2 внешних рецензента.	Provenance and peer review. This paper was submitted unsolicited and reviewed following the standard procedure. The peer review process involved 2 external reviewers.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Stilidi IS, Gubina GI, Bokhyan VYu, et al. Resection and plastic surgery of the inferior vena cava for tumors of retroperitoneal localization. *Annals of Surgery*. 2011;6:36-43. (In Russ.). [Стилиди И.С., Губина Г.И., Бохан В.Ю., и др. Резекция и пластика нижней полой вены при опухолях забрюшинной локализации. *Анналы хирургии*. 2011;6:36-43].
- Chissov VI, Vashakmadze LA, Butenko AA, et al. Current approaches and prognostic factors during surgical treatment for primary and recurrent non-organic retroperitoneal tumors. *Russian Journal of Oncology*. 2011;16(3):4-10. [Чиссов В.И., Вашакмадзе Л.А., Бутенко А.А., и др.

- Современные подходы и факторы прогноза при хирургическом лечении первичных и рецидивных неорганных опухолей забрюшинного пространства. *Российский онкологический журнал*. 2011;16(3):4-10]. DOI: [10.17816/onco39808](https://doi.org/10.17816/onco39808)
- Marcu D, Iorga L, Diaconu C, et al. Impact of retroperitoneal tumors on the digestive tract (Review). *Exp Ther Med*. 2022;24(6):711. DOI: [10.3892/etm.2022.11647](https://doi.org/10.3892/etm.2022.11647)
- Gronchi A, Strauss DC, Miceli R, et al. Variability in patterns of recurrence after resection of primary retroperitoneal sarcoma (RPS). A report on 1007 patients from the multi-institutional

- collaborative RPS working group. *Ann Surg.* 2016;263(5):1002-9. DOI: [10.1097/SLA.0000000000001447](https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000001447)
5. Hasegawa S, Nomura Y, Okada T, et al. Complete resection and arterial reconstruction for primary sarcoma arising from superior mesenteric artery. *J Vasc Surg Cases Innov Tech.* 2021;23(8(1)):70-74. DOI: [10.1016/j.jvscit.2021.11.008](https://doi.org/10.1016/j.jvscit.2021.11.008)
6. Lv A, Liu B-N, Liu D-N, et al. Abdominoinguinal approach in en bloc resection of retroperitoneal sarcoma involving iliac vessels with graft interposition. *Front Oncol.* 2022;12. DOI: [10.3389/fonc.2022.1040833](https://doi.org/10.3389/fonc.2022.1040833)
7. Schwarzbach MHM, Hormann Y, Hinz U, et al. Clinical results of surgery for retroperitoneal sarcoma with major blood vessel involvement. *J Vasc Surg.* 2006;44(1):46-55. DOI: [10.1016/j.jvs.2006.03.001](https://doi.org/10.1016/j.jvs.2006.03.001)
8. Fiore M, Colombo C, Locati P, et al. Surgical technique, morbidity, and outcome of primary retroperitoneal sarcoma involving inferior vena cava. *Ann Surg Oncol.* 2012;19(2):511-518. DOI: [10.1245/s10434-011-1954-2](https://doi.org/10.1245/s10434-011-1954-2)
9. Stilidi IS, Nikulin MP, Nered SN, et al. Combined operations by retroperitoneal liposarcomas. *Pirogov Russian Journal of Surgery.* 2013;6:20-25. [Стилиди И.С., Никулин М.П., Неред С.Н., и др. Комбинированные операции при забрюшинных липосаркомах. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова.* 2013;6:20-25]. URL: <https://www.mediasphera.ru/issues/khirurgiya-zhurnal-im-n-i-pirogova/2013/6/downloads/ru/030023-1207201364>
10. Dull BZ, Smith B, Tefera G, Weber S. Surgical Management of Retroperitoneal Leiomyosarcoma Arising from the Inferior Vena Cava. *J Gastrointest Surg.* 2013;17(12):2166-71. DOI: [10.1007/s11605-013-2385-0](https://doi.org/10.1007/s11605-013-2385-0)
11. Tzani D, Bouhadiba T, Gaignard E, Bonvalot S. Major vascular resections in retroperitoneal sarcoma. *J Surg Oncol.* 2018;117(1):42-47. DOI: [10.1002/jso.24920](https://doi.org/10.1002/jso.24920)
12. Cananzi FCM, Ruspi L, Fiore M, et al. Major vascular resection in retroperitoneal sarcoma surgery. *Surgery.* 2021;170(3), 848-856. DOI: [10.1016/j.surg.2021.02.052](https://doi.org/10.1016/j.surg.2021.02.052)
13. Devaud NA, Butte JM, De la Maza JC, et al. Complex Vascular Resections for Retroperitoneal Soft Tissue Sarcoma. *Curr Oncol.* 2023;30(3):3500-3515. DOI: [10.3390/curroncol30030266](https://doi.org/10.3390/curroncol30030266)
14. Bertrand MM, Carrère S, Delmond L, et al. Oncovascular compartmental resection for retroperitoneal soft tissue sarcoma with vascular involvement. *J Vasc Surg.* 2016;64(4):1033-41. DOI: [10.1016/j.jvs.2016.04.006](https://doi.org/10.1016/j.jvs.2016.04.006)
15. Volkov AYu, Nered SN, Kozlov NA, et al. Active surgical approach for retroperitoneal liposarcoma. *Pirogov Russian Journal of Surgery.* 2021;11:5-11. [Волков А.Ю., Неред С.Н., Козлов Н.А., и др. Роль активной хирургической тактики при забрюшинной липосаркоме. *Хирургия. Журнал имени Н.И. Пирогова.* 2024;11:5-11]. DOI: [10.17116/hirurgia20211115](https://doi.org/10.17116/hirurgia20211115)
16. Bugaev VE, Nikulin MP, Nered SN, et al. Long-term results of surgical treatment of patients with retroperitoneal leiomyosarcoma. *Journal of Modern Oncology.* 2020;21(4):27-34. [Бугаев В.Е., Никулин М.П., Неред С.Н., и др. Результаты хирургического лечения больных забрюшинной неорганный лейомиосаркомой. *Современная онкология.* 2020;21(4):27-34. DOI: [10.26442/18151434.2019.4.190701](https://doi.org/10.26442/18151434.2019.4.190701)
17. Lee F, Huang T-S, Ng X-Y, et al. Surgical management of primary retroperitoneal tumors – Analysis of a single center experience. *Journal of Cancer Research and Practice.* 2017;4(2):49-52. DOI: [10.1016/j.jcrpr.2017.01.001](https://doi.org/10.1016/j.jcrpr.2017.01.001)
18. Strauss DC, Hayes AJ, Thway K, et al. Surgical management of primary retroperitoneal sarcoma. *Br J Surg.* 2010;97(5):698-706. DOI: [10.1002/bjs.6994](https://doi.org/10.1002/bjs.6994)
19. Tseng WW, Wang SC, Eichler CM, et al. Complete and safe resection of challenging retroperitoneal tumors: anticipation of multi-organ and major vascular resection and use of adjunct procedures. *World J Surg Oncol.* 2011;9:143. DOI: [10.1186/1477-7819-9-143](https://doi.org/10.1186/1477-7819-9-143)
20. Gronchi A, Lo Vullo S, Fiore M, et al. Aggressive surgical policies in a retrospectively reviewed single-institution case series of retroperitoneal soft tissue sarcoma patients. *J Clin Oncol.* 2009;27(1):24-30. DOI: [10.1200/JCO.2008.17.8871](https://doi.org/10.1200/JCO.2008.17.8871)
21. Clavien PA, Sanabria JR, Strasberg SM. Proposed classification of complications of surgery with examples of utility in cholecystectomy. *Surgery.* 1992;111(5):518-526. PMID: [1598671](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1598671/)
22. Ferraris M, Callegaro D, Barretta F, et al. Outcome of iliocaval resection and reconstruction for retroperitoneal sarcoma. *J Vasc Surg Venous Lymphat Disord.* 2019;7(4):547-556. DOI: [10.1016/j.jvsv.2018.10.023](https://doi.org/10.1016/j.jvsv.2018.10.023)
23. Homsy P, Blomqvist C, Heiskanen I, et al. Multidisciplinary Oncovascular Surgery is Safe and Effective in the Treatment of Intra-abdominal and Retroperitoneal Sarcomas: A Retrospective Single Centre Cohort Study and a Comprehensive Literature Review. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2020;60(5):752-763. DOI: [10.1016/j.ejvs.2020.05.029](https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2020.05.029)
24. Kaprin AD, Ryabov AB, Khomyakov VM, et al. Resection of the inferior vena cava in locally advanced non-organ retroperitoneal tumors. *P.A. Herzen Journal of Oncology.* 2017;6(1):28-38. [Каприн А.Д., Рябов А.Б., Хомяков В.М., и др. Резекция нижней полой вены при местно-распространенных неорганных забрюшинных опухолях. *Онкология. Журнал им. П.А. Герцена.* 2017;6(1):28-38]. DOI: [10.17116/onkolog20176128-38](https://doi.org/10.17116/onkolog20176128-38)
25. MacNeill AJ, Gronchi A, Miceli R, et al. Postoperative Morbidity After Radical Resection of Primary Retroperitoneal Sarcoma. *Ann Surg.* 2018;267(5):959-964. DOI: [10.1097/SLA.0000000000002250](https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000002250)
26. Ruff SM, Grignol VP, Contreras CM, et al. Morbidity and Mortality after Surgery for Retroperitoneal Sarcoma. *Curr Oncol.* 2022;30(1):492-505. DOI: [10.3390/curroncol30010039](https://doi.org/10.3390/curroncol30010039)
27. Spolverato G, Chiminazzo V, Lorenzoni G, et al. Oncological outcomes after major vascular resections for primary retroperitoneal liposarcoma. *Eur J Surg Oncol.* 2021;47(12):3004-3010. DOI: [10.1016/j.ejso.2021.06.035](https://doi.org/10.1016/j.ejso.2021.06.035)
28. Raut CP, Callegaro D, Miceli R, et al. Predicting Survival in Patients Undergoing Resection for Locally Recurrent Retroperitoneal Sarcoma: A Study and Novel Nomogram from TARPSWG. *Clinical Cancer Research: An Official Journal of the American Association for Cancer Research.* 2019;25(8):2664-2671. DOI: [10.1158/1078-0432.CCR-18-2700](https://doi.org/10.1158/1078-0432.CCR-18-2700)
29. Guo Q, Zhao J, Du X, Huang B. Survival outcomes of surgery for retroperitoneal sarcomas: A systematic review and meta-analysis. *PLOS One.* 2022;17(7):e0272044. DOI: [10.1371/journal.pone.0272044](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0272044)

Роль лапароскопической забрюшинной лимфаденэктомии в диагностике распространенности рака желудка

М.Г. Абгарян, Е.И. Русина, А.Е. Калинин, С.Н. Бердников, П.Е. Тулин, И.С. Стилиди

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии имени Н.Н. Блохина»
Минздрава России (Москва, Российская Федерация)

Аннотация

Обоснование. Предоперационное исследование пораженных регионарных и отдаленных лимфатических узлов – важный прогностический критерий при выборе тактики лечения рака желудка. В клинической практике для определения метастатического поражения лимфоузлов используется компьютерная томография (КТ) с в/в контрастированием, в спорных ситуациях дополненная позитронно-эмиссионной томографией (ПЭТ) с 18F-фтордезоксиглюкозой (18F-ФДГ). При неоднозначном результате при КТ и ПЭТ/КТ-сканировании требуется морфологическая верификация забрюшинных лимфатических узлов посредством малоинвазивных методов: core-биопсии и/или лапароскопии с забрюшинной лимфаденэктомией.

Цель: оценить информативность и безопасность метода лапароскопической забрюшинной лимфаденэктомии для оценки подозрительных в отношении метастазов рака желудка забрюшинных лимфатических узлов.

Материал и методы. Проанализировано 482 случая пациентов с диагнозом рак желудка и/или кардиоэзофагеального перехода II–III типа по классификации Siewert, которым проводилось лечение с 2019 по 2023 гг. в НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина. В случае выявления подозрительных в отношении метастазов забрюшинных лимфатических узлов по данным КТ выполнялась ПЭТ-КТ 18F-ФДГ. При однозначном их поражении по данным ПЭТ-КТ пациент признавался неоперабельным (M1). При интактных забрюшинных лимфатических узлах по данным ПЭТ-КТ их морфологическая верификация не проводилась. В случае сомнительных метаболических изменений в забрюшинных лимфоузлах принималось решение в пользу их морфологической верификации

с помощью core-биопсии под УЗ- или КТ-навигацией. При отсутствии технической возможности core-биопсии выполнялась лапароскопия с забрюшинной лимфаденэктомией.

Результаты. У 19/482 (3,9%) пациентов по данным КТ были выявлены подозрительные в отношении метастазов забрюшинные лимфатические узлы. После выполнения ПЭТ/КТ-сканирования с 18F-ФДГ у 5/19 (26,3%) больных были выявлены очаги патологического накопления радиофармпрепарата в забрюшинных лимфоузлах (M1); у 6/19 (31,6%) пациентов метаболические и структурные изменения в забрюшинных лимфоузлах выявлены не были. Сомнительные метаболические изменения в забрюшинных лимфоузлах выявлены у 8/19 (52,6%) пациентов: у 3 (15,8%) больных выполнена core-биопсия с УЗ- или КТ-навигацией, 5 пациентам выполнение биопсии было технически недоступно. У одного пациента (5,3%) при проведении биопсии под УЗ-контролем подтвержден метастаз рака желудка, у 2 (10,5%) пациентов были верифицированы метастазы рака желудка при проведении забрюшинной лимфаденэктомии. Осложнений при проведении core-биопсии и забрюшинной лимфаденэктомии зафиксировано не было.

Заключение. Лапароскопическая забрюшинная лимфаденэктомия является информативным и безопасным малоинвазивным методом морфологической верификации подозрительных в отношении метастазов рака желудка забрюшинных лимфатических узлов.

Ключевые слова: рак желудка, метастазы в забрюшинных лимфоузлах, лапароскопическая забрюшинная лимфаденэктомия.

Конфликт интересов: не заявлен.

Для цитирования:

Абгарян М.Г., Русина Е.И., Калинин А.Е., Бердников С.Н., Тулин П.Е., Стилиди И.С. Роль лапароскопической забрюшинной лимфаденэктомии в диагностике распространенности рака желудка. Наука и инновации в медицине. 2026;11(2):123-128. DOI: <https://doi.org/10.35693/SIM699114>

Сведения об авторах

*Абгарян Микаэл Грантович – канд. мед. наук, старший научный сотрудник, врач-онколог отделения абдоминальной онкологии №1 НИИ Клинической онкологии имени академика РАН и РАМН Н.Н. Трапезникова.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8893-1894>

E-mail: abgaryan.mikael@gmail.com

Русина Е.И. – ординатор отделения абдоминальной онкологии №1 НИИ Клинической онкологии имени академика РАН и РАМН Н.Н. Трапезникова.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-6894-7819>

E-mail: serikovakate29112000@mail.ru

Калинин А.Е. – канд. мед. наук, старший научный сотрудник, врач-онколог отделения абдоминальной онкологии №1.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7457-3889>

E-mail: main2001@inbox.ru

Бердников С.Н. – канд. мед. наук, ведущий научный сотрудник, заведующий отделением ультразвуковой диагностики консультативно-диагностического центра. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2586-8562>

E-mail: berdnikov_sn@mail.ru

Тулин П.Е. – канд. мед. наук, старший научный сотрудник, врач-рентгенолог отделения радионуклидной диагностики №2 (ПЭТ) НИИ клинической и экспериментальной радиологии.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7226-5129>

E-mail: 480pol@mail.ru

Стилиди И.С. – академик РАН, профессор, д-р мед. наук, директор.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0493-1166>

E-mail: biochimia@yandex.ru

*Автор для переписки

Список сокращений

КТ – компьютерная томография; ПЭТ – позитронно-эмиссионная томография; 18F-ФДГ – 18F-фтордезоксиглюкоза; РФЛП – радиофармацевтический лекарственный препарат.

Получено: 23.12.2025

Одобрено: 27.01.2026

Опубликовано: 20.03.2026

The role of laparoscopic retroperitoneal lymphadenectomy in the diagnosis of gastric cancer prevalence

Mikael G. Abgaryan, Ekaterina I. Rusuna, Aleksei E. Kalinin, Sergei N. Berdnikov, Pavel E. Tulin, Ivan S. Stilidi

N.N. Blokhin National Medical Research Center of Oncology (Moscow, Russian Federation)

Abstract

Background. Preoperative examination of affected regional and distant lymph nodes is an important prognostic criterion when choosing treatment strategies for gastric cancer. In clinical practice, computed tomography (CT) with intravenous contrast is used to determine lymph node metastases, supplemented in controversial situations by positron emission tomography (PET) with 18F-fluorodeoxyglucose (18F-FDG). In cases of inconclusive CT and PET/CT scan results, morphological verification of the retroperitoneal lymph nodes is required using minimally invasive techniques: core biopsy and/or laparoscopy with retroperitoneal lymphadenectomy.

Aim: to evaluate the informative value and safety of laparoscopic retroperitoneal lymphadenectomy for the evaluation of retroperitoneal lymph nodes suspected of gastric cancer metastases.

Material and methods. A total of 482 patients diagnosed with gastric and/or cardioesophageal junction cancer type II-III according to the Siewert classification were analyzed. They were treated at the Blokhin National Medical Research Center of Oncology from 2019 to 2023. If CT revealed retroperitoneal lymph nodes suspicious for metastases, 18F-FDG PET/CT was performed. If PET/CT data clearly showed metastasis, the patient was considered inoperable (M1). If PET/CT data revealed intact retroperitoneal lymph nodes, their morphological verification was not performed. In cases of questionable metabolic changes in the retroperitoneal lymph nodes, a decision

was made to morphologically verify them using core biopsy under ultrasound or CT navigation. If core biopsy was not technically feasible, laparoscopy with retroperitoneal lymphadenectomy was performed.

Results. CT scans revealed retroperitoneal lymph nodes suspicious for metastases in 19/482 (3.9%) patients. 18F-FDG PET/CT scanning revealed foci of pathological radiopharmaceutical accumulation in retroperitoneal lymph nodes (M1) in 5/19 (26.3%) patients; metabolic and structural changes in the retroperitoneal lymph nodes were not detected in 6/19 (31.6%) patients. Questionable metabolic changes in the retroperitoneal lymph nodes were detected in 8/19 (52.6%) patients: core biopsy with ultrasound or CT navigation was performed in 3 (15.8%) patients, and biopsy was technically unfeasible in 5 patients. In one patient (5.3%), gastric cancer metastasis was confirmed by ultrasound-guided biopsy, and in two patients (10.5%), gastric cancer metastases were verified by retroperitoneal lymphadenectomy. No complications were recorded during core biopsy or retroperitoneal lymphadenectomy.

Conclusion. Laparoscopic retroperitoneal lymphadenectomy is an informative and safe minimally invasive method for morphological verification of retroperitoneal lymph nodes suspected of containing gastric cancer metastases.

Keywords: gastric cancer, metastases in the retroperitoneal lymph nodes, laparoscopic retroperitoneal lymphadenectomy.

Conflict of interest: nothing to disclose.

Citation

Abgaryan MG, Rusina EI, Kalinin AE, Berdnikov SN, Tulin PE, Stilidi IS. **The role of laparoscopic retroperitoneal lymphadenectomy in the diagnosis of gastric cancer prevalence.** *Science and Innovations in Medicine.* 2026;11(2):123-128. DOI: <https://doi.org/10.35693/SIM699114>

Information about authors

***Mikael G. Abgaryan** – MD, Cand. Sci. (Medicine), Senior researcher, Oncologist of the Department of Abdominal Oncology No. 1 of the N.N. Trapeznikov Research Institute of Clinical Oncology.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8893-1894>
E-mail: abgaryan.mikael@gmail.com

Ekaterina I. Rusuna – Resident of the Department of Abdominal Oncology No. 1 of the N.N. Trapeznikov Research Institute of Clinical Oncology.
ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-6894-7819>
E-mail: serikovakate29112000@mail.ru

Aleksei E. Kalinin – MD, Cand. Sci. (Medicine), Senior Researcher, Oncologist, Department of Abdominal Oncology No. 1.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7457-3889>
E-mail: main2001@inbox.ru

Sergei N. Berdnikov – MD, Cand. Sci. (Medicine), Leading researcher, Head of the ultrasound diagnostics department of the consultative and diagnostic center.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2586-8562>

E-mail: berdnikov_sn@mail.ru

Pavel E. Tulin – MD, Cand. Sci. (Medicine), Senior Researcher, Radiologist, Department of Radionuclide Diagnostics No. 2 (PET), Research Institute of Clinical and Experimental Radiology.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7226-5129>

E-mail: 480pol@mail.ru

Ivan S. Stilidi – MD, Academician of the Russian Academy of Sciences, Professor, Doctor of Medical Sciences, Director.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0493-1166>

E-mail: biochimia@yandex.ru

***Corresponding author**

Received: 23.12.2025

Accepted: 27.01.2026

Published: 20.03.2026

ВВЕДЕНИЕ

Предоперационное исследование пораженных регионарных и отдаленных лимфатических узлов – важный прогностический критерий при выборе тактики лечения рака желудка [1–3]. В рутинной клинической практике для оценки статуса лимфатических коллекторов при злокачественной опухоли желудка используется компьютерная томография (КТ) с внутривенным контрастированием, в спорных ситуациях дополненная позитронно-эмиссионной томографией (ПЭТ) с 18F-ФДГ (18F-фтордезоксиглюкоза) [4, 5]. Тем не менее эти методы не могут претендовать на абсолютную точность, особенно при наличии подозрительных в отношении метастазов в забрюшинных лимфатических узлах рака желудка, которые, по данным литературы, встречаются в 8,5–28% случаев [2, 6, 7].

Морфологическая верификация пораженных забрюшинных лимфатических узлов при раке желудка определяет распространенность процесса (M1), что непосредственно отражается на выборе правильной лечебной тактики [1, 8, 9]. Core-биопсия и лапароскопия с забрюшинной лимфаденэктомией считаются наиболее безопасными диагностическими методами в сравнении с выполнением биопсии лимфоузлов открытым доступом [10–13].

Стоит отметить, что расширенная лимфодиссекция с удалением парааортальных лимфатических узлов в настоящее время не рассматривается как стандарт хирургического лечения, поскольку ее применение не ассоциировано с улучшением отдаленных онкологических результатов и

сопровождается увеличением объема хирургической травмы и частоты послеоперационных осложнений [14, 15].

ЦЕЛЬ

В статье проанализирован опыт выполнения минимально инвазивных методов верификации метастатического поражения забрюшинных лимфатических узлов при раке желудка.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Проанализированы данные 482 пациентов из проспективной базы данных больных раком желудка и кардиоэзофагеального перехода II–III типа по классификации Siewert, которым проводилось лечение с 2019 по 2023 гг. в НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина.

Обследование больных включало: гастроскопию с эндосонографией и биопсией опухоли, компьютерную томографию органов грудной клетки, брюшной полости и малого таза с внутривенным контрастированием, диагностическую лапароскопию с забором перитонеальных смывов для цитологического исследования. Каждый клинический случай обсуждался на мультимедицинском консилиуме с участием хирурга-онколога, химиотерапевта, радиотерапевта, рентгенолога, морфолога, смежных специалистов. При обсуждении пациента на консилиуме в случае выявления подозрительных в отношении метастазов забрюшинных лимфатических узлов по данным КТ выполнялась ПЭТ-КТ. При однозначном их поражении по данным ПЭТ-КТ пациент

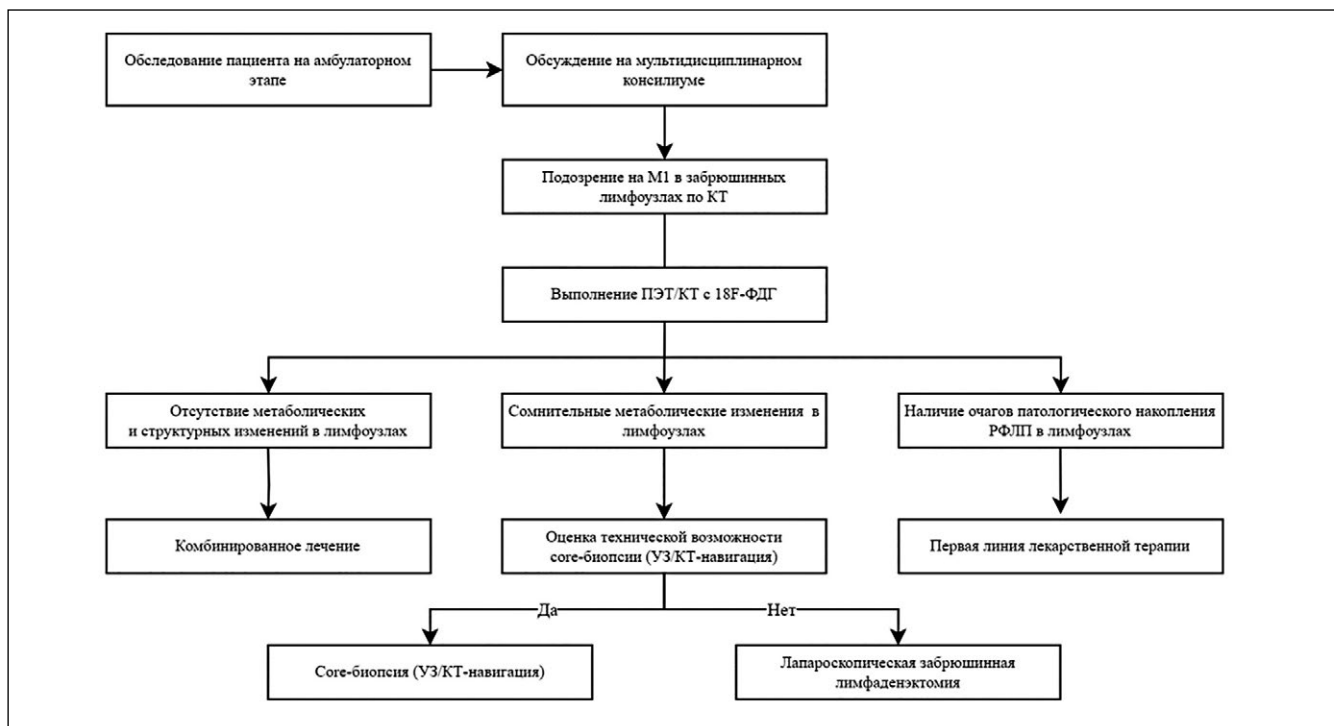


Рисунок 1. Алгоритм обследования пациента при наличии подозрительных в отношении метастазов рака желудка забрюшинных лимфатических узлов.

Figure 1. Algorithm for examining a patient with retroperitoneal lymph nodes suspicious for gastric cancer metastases.

был признан неоперабельным (M1) с последующим решением вопроса в пользу первой линии химиотерапии. При интактных забрюшинных лимфатических узлах по данным ПЭТ-КТ их морфологическая верификация не проводилась. В спорной же ситуации принималось решение в пользу их морфологической верификации с помощью core-биопсии под УЗ- или КТ-навигацией. При отсутствии технической возможности core-биопсии проводились лапароскопия и забрюшинная лимфаденэктомия (**рисунок 1**). Границы и объем лимфаденэктомии не были стандартизованы, а определялись в зависимости от количества и локализации подозрительных лимфоузлов.

Стандартным лапароскопическим доступом к парааортальной зоне, принятым в клинике, является брыжеечный доступ (через брыжейку ободочной кишки с мобилизацией тонкой кишки в зоне связки Трейца). Установка страховочного дренажа к зоне лимфаденэктомии является также обязательной.

В работе представлен ретроспективный анализ диагностического алгоритма с целью демонстрации возможности и безопасности описанного метода, что, конечно, ограничивает статистическую мощность исследования. Корректная оценка распространенности опухолевого процесса у данной группы больных позволила определить правильную лечебную стратегию и в случае подтверждения статуса M1 избежать хирургического лечения в объеме гастрэктомии или резекции желудка.

КТ-исследования органов грудной клетки, брюшной полости и малого таза проводились на мультиспиральных компьютерных томографах Somatom Emotion 6 и Somatom Score 16 (Siemens). В первую очередь выполнялось

бесконтрастное (нативное) спиральное сканирование толщиной среза 5 мм, шагом стола 5 мм с индексом реконструкции – 3 мм. После введения внутривенного рентгеноконтрастного препарата (с помощью автоматического инъектора) изображения получали в артериальную фазу (на 15–20 сек), в венозную фазу (на 40–45 сек) и отсроченную фазу (спустя 5 мин). Для контрастного усиления использовались неионные рентгеноконтрастные препараты Омнипак (Йогексол) – GE Healthcare или Оптирей (Йоверсол) – Mallinckrodt, вводимые в локтевую вену с помощью автоматического инъектора Medrad в объеме 100 мл со скоростью 1,8–3 мл/с. Метастатический характер регионарных и отдаленных лимфатических узлов оценивался по КТ согласно критериям ESMO (диаметр по короткой оси 6–8 мм, округлая или неправильная форма, наличие зоны центрального некроза, асимметричность или усиленный фрагментированный кровоток в лимфоузле).

Сканирование ПЭТ/КТ (позитронная эмиссионная томография, совмещенная с компьютерной томографией) с 18F-ФДГ осуществлялось на аппарате Biograph mCT (Siemens, Германия) через 60 мин после внутривенного введения радиофармацевтического лекарственного препарата (РФЛП) из расчета 5 МБк/кг. Протокол сканирования: от основания черепа до середины бедра, верхние конечности подняты вверх, продолжительность сканирования 3 мин на одну «кровать». Исследования проводились строго натощак (отказ от приема пищи за 6 часов до исследования). После реконструкции данных ПЭТ и КТ анализ изображений осуществлялся двумя специалистами (врачом-рентгенологом и врачом-радиологом с опытом описания ПЭТ/КТ-изображений более трех лет), независимо друг от друга, с предоставлением клинической информации, на рабочих станциях Syngo via (Siemens, Германия). Оценка накопления РФЛП в патологических очагах определялась по стандартизованному уровню накопления SUV (SUV_{max-bw}). При анализе совмещенных изображений положительным результатом в оценке состояния забрюшинных

Характеристика	Всего пациентов (n=19)
Возраст, n (%)	
<70	15 (78,9%)
≥70	4 (21,1%)
Пол, n (%)	
Мужской	16 (84,2%)
Женский	3 (15,8%)
Локализация опухоли в желудке, n (%)	
Проксимальный отдел	2 (10,5%)
Тело	3 (15,8%)
Антральный отдел	1 (5,3%)
Субтотальное поражение	13 (68,4%)
Стадия (сТ), n (%)	
сТ1b/Т2	5 (26,3%)
сТ3/Т4	14 (73,7%)
Стадия (сN), n (%)	
сN0	3 (15,8%)
сN+	16 (84,2%)
Степень дифференцировки опухоли, n (%)	
Высокая	6 (31,6%)
Низкая	13 (68,4%)
Тип по P. Lauren, n (%)	
Кишечный	9 (47,4%)
Диффузный	10 (52,6%)

Таблица 1. Клинико-морфологические характеристики больных раком желудка с подозрением на метастазы в забрюшинных лимфоузлах

Table 1. Clinical and morphological characteristics of patients with gastric cancer with suspected metastases in the retroperitoneal lymph nodes

лимфатических узлов (активная опухолевая ткань) считалось очаговое патологическое накопление РФЛП (превышающее фоновое накопление РФЛП в окружающих нормальных тканях), сомнительным результатом – накопление 18F-ФДГ в диапазоне значений SUVmax 1,5–2,5 при сопутствующих подозрительных изменениях по КТ.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В период с 2019 по 2023 гг. на базе абдоминального отделения НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина проанализировано 482 клинических случая больных раком желудка и кардиоэзофагеального перехода II–III типа. У 19 пациентов (3,9%) по данным КТ были выявлены подозрительные в отношении метастазов забрюшинные лимфатические узлы при отсутствии других отдаленных очагов. Всем 19 пациентам выполнено ПЭТ/КТ-сканирование с 18F-ФДГ. Клинико-морфологические характеристики пациентов представлены в **таблице 1**.

По данным ПЭТ, у 5/19 (26,3%) больных были выявлены очаги патологического накопления РФЛП в забрюшинных лимфатических узлах (**рисунок 2**) при диапазоне

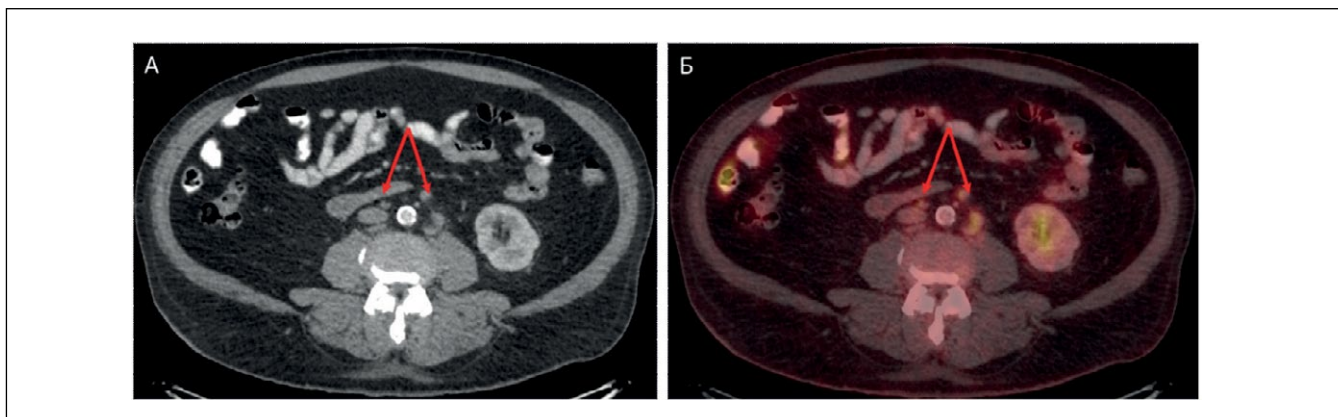


Рисунок 2. Пациент 1. Рак кардиального отдела желудка. По данным ПЭТ/КТ с 18F-ФДГ (аксиальные срезы, А – КТ с внутривенным контрастированием, Б – совмещенные изображения ПЭТ/КТ) в забрюшинном пространстве по ходу аорты и нижней полой вены определяются множественные плоские и округлые лимфатические узлы (стрелки) с патологическим накоплением РФЛП – до SUVmax 5,89, что соответствует опухолевому поражению.

Figure 2. Patient 1. Gastric cardia cancer. According to 18F-FDG PET/CT (axial slices, A – CT with intravenous contrast, B – combined PET/CT images), multiple flat and round lymph nodes (arrows) with pathological accumulation of radiopharmaceuticals (up to SUVmax 5.89) are detected in the retroperitoneal space along the aorta and inferior vena cava, which corresponds to a tumor lesion.

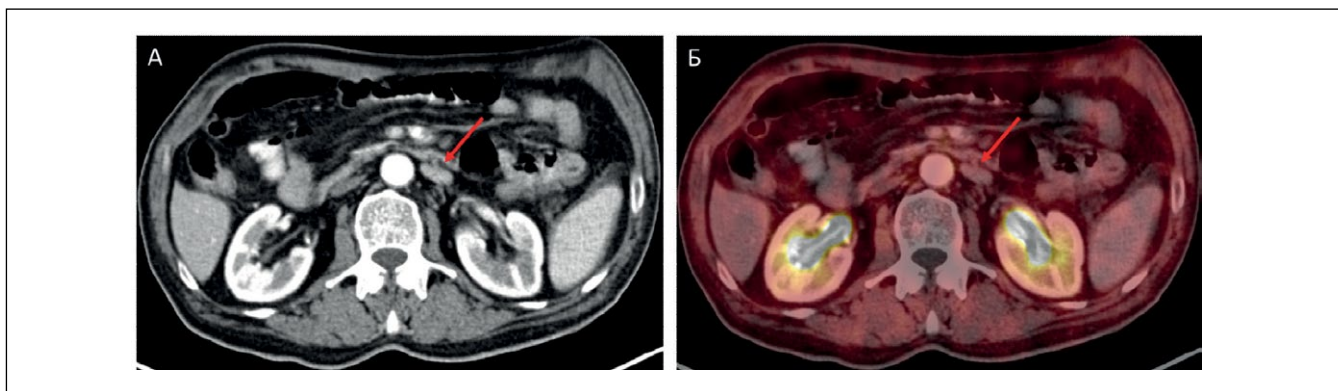


Рисунок 3. Пациент 2. Рак тела желудка. По данным ПЭТ/КТ с 18F-ФДГ (аксиальные срезы, А – КТ с внутривенным контрастированием, Б – совмещенные изображения ПЭТ/КТ) парааортально слева визуализируется увеличенный плоский лимфатический узел (стрелки) с низким уровнем накопления РФЛП – до SUVmax 1,52, что позволяет расценивать результаты исследования как сомнительные. Была выполнена биопсия под УЗ-навигацией, получены данные о метастазе низкодифференцированного рака желудка.

Figure 3. Patient 2. Gastric body cancer. According to 18F-FDG PET/CT (axial slices, A – CT with intravenous contrast, B – combined PET/CT images), an enlarged flat lymph node (arrows) with low radiopharmaceutical uptake (up to SUVmax 1.52) is visualized in the left para-aortic region, suggesting questionable radiopharmaceutical uptake. A biopsy was performed using ultrasound guidance, revealing metastatic low-grade gastric cancer.

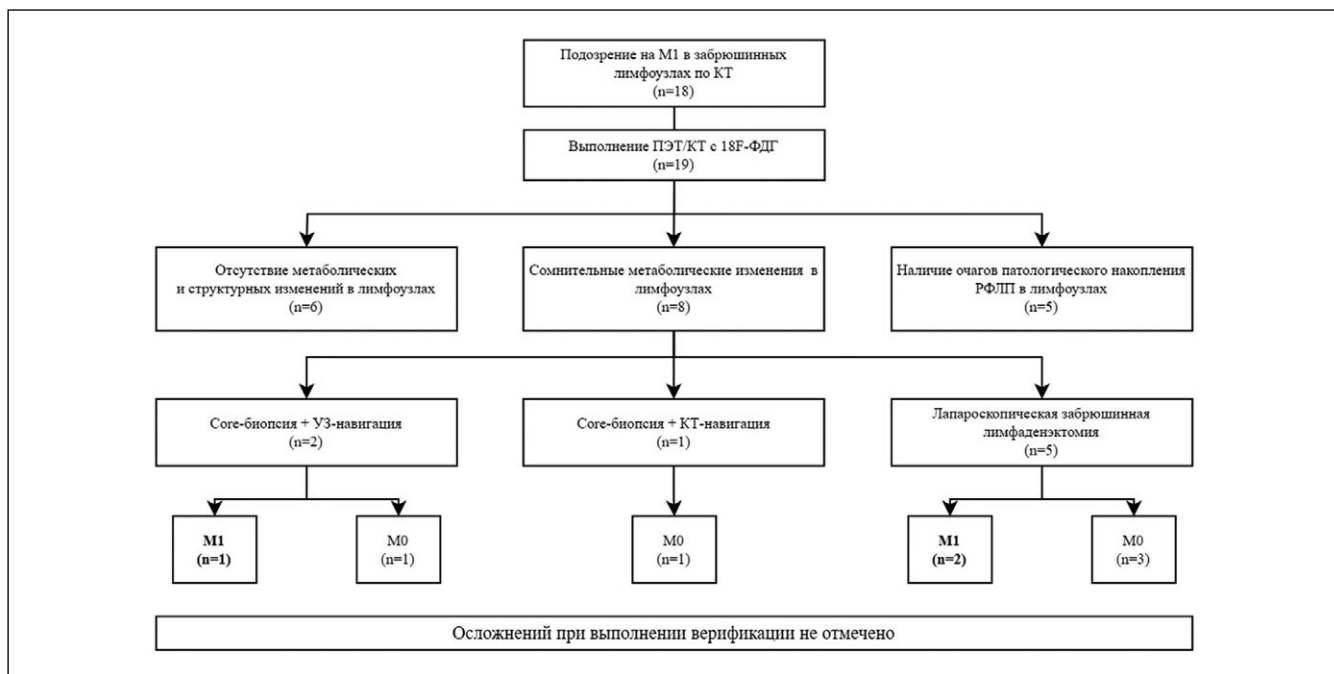


Рисунок 4. Результаты исследования.
Figure 4. Research results.

значений SUVmax 2,5–13,23. Пациентам была назначена лекарственная терапия первой линии.

У 6 (31,6%) пациентов метаболические (значения SUVmax ≤1,4) и структурные изменения в забрюшинных лимфатических узлах выявлены не были. Большим решением консилиума назначено комбинированное лечение (периоперационная химиотерапии с хирургическим этапом) согласно международным стандартам.

Метаболические изменения в забрюшинных лимфатических узлах, расцененные как сомнительные, выявлены у 8/19 (52,6%) пациентов. У троих (15,7%) больных локализация лимфоузлов позволяла выполнить core-биопсию с УЗ- или КТ-навигацией (2 и 1 случай соответственно). У одного пациента (5,3%) при проведении биопсии под УЗ-контролем подтвержден метастаз рака желудка в забрюшинные лимфатические узлы (**рисунок 3**).

Пяти пациентам (26,3%) выполнение core-биопсии было технически невозможно. Данной группе больных была выполнена лапароскопическая забрюшинная лимфаденэктомия – у 2 (10,5%) пациентов были верифицированы метастазы рака желудка. Количество исследованных лимфоузлов составило 3–8.

Таким образом, всем 8 пациентам с сомнительным статусом забрюшинных лимфоузлов был выполнен забор материала для морфологического исследования посредством малоинвазивных методик, а в 3 (15,7%) случаях удалось верифицировать метастазы рака желудка. Осложнений при проведении core-биопсии и забрюшинной лимфаденэктомии зафиксировано не было, что указывает на безопасность данных методов диагностики (**рисунок 4**).

■ ОБСУЖДЕНИЕ

Оценка степени распространенности регионарных и отдаленных лимфатических узлов при раке желудка в настоящее время остается актуальной проблемой. Подозрительные в отношении метастатического поражения

забрюшинные лимфоузлы при раке желудка, согласно данным литературы, встречаются в 8,5–28% случаев. Данные о сравнении эффективности радиологических методов исследования пораженных забрюшинных лимфатических узлов при отсутствии других отдаленных метастазов рака желудка ограничены. С. Altini и соавт. (2015) в своем исследовании продемонстрировали, что специфичность метода ПЭТ/КТ-18F-ФДГ достоверно выше в сравнении с КТ с в/в контрастированием (88,57% против 62,86%; p=0.017), при сопоставимых показателях чувствительности (60% против 80%; p=0.687) [4]. Группа исследователей из Южной Кореи опубликовала метаанализ, подтверждающий, что специфичность и чувствительность метода ПЭТ-КТ при стадировании рака желудка зависит от гистологического подтипа опухоли и размеров пораженных лимфатических узлов менее 3 мм. Показатель накопления SUVmax у пораженных забрюшинных лимфоузлов составлял в отдельных клинических случаях 7,2 [5].

■ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Несмотря на широкое повсеместное внедрение рентгенологических методов диагностики, нередко встречаются ложноположительные или ложноотрицательные результаты, что заставляет клиницистов прибегнуть к непосредственной морфологической верификации очага доступными в арсенале малоинвазивными методами для определения единственно верной лечебной тактики. Чрескожная биопсия под контролем УЗИ или КТ является более предпочтительной манипуляцией. В то же время эффективность и техническая возможность чрескожных биопсий ограничена при глубоком расположении и меньшем размере забрюшинных лимфатических узлов. Наш собственный опыт выполнения верификации методом лапароскопической забрюшинной лимфаденэктомии продемонстрировал свою эффективность, а главное – безопасность. Тем не менее требуется его дальнейшее изучение и совершенствование для имплементации в повсеместную клиническую практику. ■

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ	ADDITIONAL INFORMATION
Этическая экспертиза. Статья выполнена в рамках диссертации «Ангиопластические операции в абдоминальной онкологии» на соискание ученой степени доктора медицинских наук. Тема диссертации утверждена на ученом совете НИИ Клинической онкологии имени академика РАН и РАМН Н.Н. Трапезникова ФГБУ НМИЦ онкологии имени Н.Н. Блохина Минздрава России.	Ethical Approval Statement. The article was performed as part of the dissertation “Angioplasty operations in abdominal oncology” for the degree of Doctor of Medical Sciences. The thesis topic was approved by the Scientific Council of the Scientific Research Institute of Clinical Oncology n.a. Academician of the Russian Academy of Sciences and the Russian Academy of Medical Sciences N.N. Trapeznikov, Blokhin National Research Medical Center of Oncology.
Источник финансирования. Работа выполнена по инициативе авторов без привлечения финансирования.	Study funding. The study was the authors' initiative without external funding.
Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с содержанием настоящей статьи.	Conflict of interest. The authors declare that there are no obvious or potential conflicts of interest associated with the content of this article.
Участие авторов. Абгарян М.Г., Русина Е.И., Авдюхин И.Г.: сбор, анализ и интерпретация данных, подготовка текста статьи. Абгарян М.Г., Калинин А.Е.: концепция и дизайн работы. Бердников С.Н., Тулин П.Е., Стилиди И.С.: редактирование текста статьи. Все авторы одобрили финальную версию статьи перед публикацией, выразили согласие нести ответственность за все аспекты работы, подразумевающую надлежащее изучение и решение вопросов, связанных с точностью или добросовестностью любой части работы.	Contribution of individual authors. Abgaryan M.G., Rusina E.I., Avdyukhin I.G.: data collection, analysis and interpretation, preparation of the text of the article. Abgaryan M.G., Kalinin A.E.: study concept and design. Berdnikov S.N., Tulin P.E., Stilidi I.S.: editing of the article. The authors gave their final approval of the manuscript for submission, and agreed to be accountable for all aspects of the work, implying proper study and resolution of issues related to the accuracy or integrity of any part of the work.
Оригинальность. При создании настоящей работы авторы не использовали ранее опубликованные сведения (текст, иллюстрации, данные).	Statement of originality. No previously published material (text, images, or data) was used in this work.
Доступ к данным. Редакционная политика в отношении совместного использования данных к настоящей работе не применима.	Data availability statement. The editorial policy regarding data sharing does not apply to this work.
Генеративный искусственный интеллект. При создании настоящей статьи технологии генеративного искусственного интеллекта не использовали.	Generative AI. No generative artificial intelligence technologies were used to prepare this article.
Рассмотрение и рецензирование. Настоящая работа подана в журнал в инициативном порядке и рассмотрена по обычной процедуре. В рецензировании участвовали 2 внешних рецензента.	Provenance and peer review. This paper was submitted unsolicited and reviewed following the standard procedure. The peer review process involved 2 external reviewers.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Gastric Cancer. Clinical Practice Guidelines. М., 2020. (In Russ.). [Рак желудка. Клинические рекомендации. М., 2020 г.]. URL: https://oncology-association.ru/wp-content/uploads/2020/09/rak_zheludka.pdf
2. Nakagawa S, Nashimoto A, Yabusaki H. Role of staging laparoscopy with peritoneal lavage cytology in the treatment of locally advanced gastric cancer. *Gastric Cancer*. 2007;10(1):29-34. DOI: [10.1007/s10120-006-0406-3](https://doi.org/10.1007/s10120-006-0406-3)
3. Katai H, Sasako M, Fukuda H, et al. Safety and feasibility of laparoscopy-assisted distal gastrectomy with suprapancreatic nodal dissection for clinical stage I gastric cancer: a multicenter phase II trial (JCOG 0703). *Gastric Cancer*. 2010;13(4):238-244. DOI: [10.1007/s10120-010-0565-0](https://doi.org/10.1007/s10120-010-0565-0)
4. Altini C, Asabella AN, Di Palo A, et al. 18F-FDG PET/CT Role in Staging of Gastric Carcinomas: Comparison with Conventional Contrast Enhancement Computed Tomography. *Medicine (Baltimore)*. 2015;94(20):e864. DOI: [10.1097/MD.0000000000000864](https://doi.org/10.1097/MD.0000000000000864)
5. Kim SK, Kang KW, Lee JS, et al. Assessment of lymph node metastases using 18F-FDG PET in patients with advanced gastric cancer. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2006;33:148-155. DOI: [10.1007/s00259-005-1887-8](https://doi.org/10.1007/s00259-005-1887-8)
6. Mengardo V, Bencivenga M, Weindelmayer J, et al. Paraaortic lymphadenectomy in surgery for gastric cancer: current indications and future perspectives. *Updates Surg*. 2018;70(2):207-211. DOI: [10.1007/s13304-018-0549-x](https://doi.org/10.1007/s13304-018-0549-x)
7. Mocan L. Surgical Management of Gastric Cancer: A Systematic Review. *Journal of clinical medicine*. 2021;10(12):2557. DOI: [10.3390/jcm10122557](https://doi.org/10.3390/jcm10122557)
8. Sasako M, Sano T, Yamamoto S, et al. D2 lymphadenectomy alone or with para-aortic nodal dissection for gastric cancer. *N Engl J Med*. 2008;359(5):453-62. DOI: [10.1056/NEJMoa0707035](https://doi.org/10.1056/NEJMoa0707035)
9. Inada T, Ogata Y, Andoh J, et al. Significance of para-aortic lymph node dissection in patients with advanced and recurrent gastric cancer. *Anticancer research*. 1994;14(2B):677-682. PMID: [8010726](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8010726/)
10. Kim H, Hyung WJ, Lim JS, et al. Laparoscopic ultrasonography-assisted retroperitoneal lymph node sampling in patients evaluated for stomach cancer recurrence. *J Ultrasound Med*. 2008;27(8):1229-33. DOI: [10.7863/jum.2008.27.8.1229](https://doi.org/10.7863/jum.2008.27.8.1229)
11. Takeda J, Koufujii K, Kodama I, et al. Para-aortic lymph node dissection for the treatment of advanced gastric cancer. *Kurume Med J*. 1993;40(3):101-106. DOI: [10.2739/kurumemedj.40.101](https://doi.org/10.2739/kurumemedj.40.101)
12. Shi Y, Xu X, Zhao Y, et al. Short-term surgical outcomes of a randomized controlled trial comparing laparoscopic versus open gastrectomy with D2 lymph node dissection for advanced gastric cancer. *Surg Endosc*. 2018;32(5):2427-2433. DOI: [10.1007/s00464-017-5942-x](https://doi.org/10.1007/s00464-017-5942-x)
13. Pavlidis TE, Pavlidis ET, Sakantamis AK. The role of laparoscopic surgery in gastric cancer. *Journal of Minimal Access Surgery*. 2012;8(2):35-38. DOI: [10.4103/0972-9941.95524](https://doi.org/10.4103/0972-9941.95524)
14. Lou S, Yin X, Wang Y, et al. Laparoscopic versus open gastrectomy for gastric cancer: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Int J Surg*. 2022;102:106678. DOI: [10.1016/j.ijssu.2022.106678](https://doi.org/10.1016/j.ijssu.2022.106678)
15. Shinohara T, Satoh S, Kanaya S, et al. Laparoscopic versus open D2 gastrectomy for advanced gastric cancer: a retrospective cohort study. *Surgical endoscopy*. 2013;27(1):286-294. DOI: [10.1007/s00464-012-2442-x](https://doi.org/10.1007/s00464-012-2442-x)

Геопространственный анализ заболеваемости населения Республики Татарстан раком легких и ее связь с природными и антропогенными факторами

Б.И. Гатауллин^{1, 2}, А.П. Шлычков³, Р.Г. Биктемирова¹, И.Г. Гатауллин²

¹ФГАОУ ВО «Институт фундаментальной медицины и биологии.

Казанский федеральный университет» (Казань, Российская Федерация)

²Казанская государственная медицинская академия – филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России (Казань, Российская Федерация)

³Институт проблем экологии и недропользования Академии наук Республики Татарстан (Казань, Российская Федерация)

Аннотация

Цель: выявить закономерности формирования заболеваемости раком легких населения Республики Татарстан и ее зависимость от загрязнения атмосферного воздуха и цикличности солнечной активности.

Материал и методы. В качестве исходных данных использованы следующие материалы: о заболеваемости раком легких, приведенные в канцер-регистре Республиканского клинического онкологического диспансера Минздрава Республики Татарстан за период с 2012 по 2021 гг.; о выбросах в атмосферу и концентрациях канцерогенов в атмосферном воздухе, приведенные в Государственных докладах «О состоянии окружающей природной среды Республики Татарстан» Министерства экологии и природной среды Республики Татарстан.

Результаты. В исследовании показана высокая степень связи между комплексным индексом загрязнения атмосферного воздуха канцерогенами и заболеваемостью населения раком легких ($r=0,79$ на уровне $\alpha=0,05$).

Также был проведен статистический анализ многолетнего уровня заболеваемости населения и ее связи с уровнем солнечной активности с использованием относительного числа солнечных пятен (число Вольфа – W). Коэффициент корреляции между W и заболеваемостью раком легких является значимым на уровне $\alpha=0,05$ и составляет $r=0,72$, что свидетельствует о заметной силе связи между исследуемыми показателями.

Заключение. Совершенствование системы мониторинга, контроль за состоянием внешней среды, мероприятия по предотвращению загрязненности атмосферного воздуха способствуют снижению онкологической заболеваемости населения раком легких.

Ключевые слова: рак легких, географическая информационная система, загрязнение атмосферного воздуха канцерогенами, солнечная активность.

Конфликт интересов: не заявлен.

Для цитирования:

Гатауллин Б.И., Шлычков А.П., Биктемирова Р.Г., Гатауллин И.Г. Геопространственный анализ заболеваемости населения Республики Татарстан раком легких и ее связь с природными и антропогенными факторами. *Наука и инновации в медицине*. 2026;11(2):129-135. DOI: <https://doi.org/10.35693/SIM701205>

Сведения об авторах

*Гатауллин Булат Ильгизович – канд. мед. наук, ассистент кафедры онкологии, радиологии и паллиативной медицины.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1695-168X>

E-mail: bulatg@list.ru

Шлычков А.П. – канд. геогр. наук, старший научный сотрудник Института проблем экологии и природных ресурсов Республики Татарстан.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9671-3969>

E-mail: shlychkov@mail.ru

Биктемирова Р.Г. – д-р мед. наук, профессор кафедры охраны здоровья человека.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0416-5342>

E-mail: RGBiktemirova@kpfu.ru

Гатауллин И.Г. – д-р мед. наук, профессор кафедры онкологии, радиологии и паллиативной медицины.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5115-6388>

E-mail: ilgizg@list.ru

*Автор для переписки

Список сокращений

ГИС – географическая информационная система; ИЗАк – индекс загрязнения атмосферы канцерогенами; ПДК – предельно допустимая концентрация.

Получено: 18.01.2026

Одобрено: 05.03.2026

Опубликовано: 27.03.2026

Geospatial analysis of the incidence of lung cancer in the population of the Republic of Tatarstan and its relationship with natural and anthropogenic factors

Bulat I. Gataullin^{1, 2}, Anatolii P. Shlychkov³, Raisa G. Biktemirova¹, Ilgiz G. Gataullin²

¹Institute of Fundamental Medicine and Biology, Kazan Federal University (Kazan, Russian Federation)

²Kazan State Medical Academy (Kazan, Russian Federation)

³Institute of Ecology and Subsoil Use of the Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan (Kazan, Russian Federation)

Abstract

Aim: to identify patterns of lung cancer incidence in the population of the Republic of Tatarstan and its dependence on air pollution and the cyclicity of solar activity.

Material and methods. The following data were used as initial data: data on lung cancer incidence available in the cancer registry of the Republican Clinical Oncology Dispensary of the Ministry of Health of the Republic of Tatarstan for the period from 2012 to 2021; data on emissions into the atmosphere and concentrations of carcinogens in the atmospheric air, available

in the State reports "On the state of the natural environment of the Republic of Tatarstan" of the Ministry of Ecology and Natural Environment of the Republic of Tatarstan.

Results. The study demonstrated a high degree of correlation between the comprehensive index of air pollution with carcinogens (IAPc) and the incidence of lung cancer in the population ($r=0.79$ at the level of $\alpha=0.05$). To identify the relationship between the solar activity and the incidence of lung cancer, a statistical analysis of the long-term incidence rate of the

population and the level of solar activity was carried out using the relative number of sunspots (Wolf number, W). The correlation factor between W and the incidence of lung cancer is significant at $\alpha=0.05$, the value being $r=0.72$, which indicates a noticeable strength of the relationship between the studied indicators.

Citation

Gataullin BI, Shlychkov AP, Biktemirova RG, Gataullin IG. **Geospatial analysis of the incidence of lung cancer in the population of the Republic of Tatarstan and its relationship with natural and anthropogenic factors.** *Science and Innovations in Medicine*. 2026;11(2):129-135. DOI: <https://doi.org/10.35693/SIM701205>

Information about authors

***Bulat I. Gataullin** – MD, Cand. Sci. (Medicine), assistant of the Department of Oncology, Radiology and Palliative.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1695-168X>

E-mail: bulatg@list.ru

Anatolii P. Shlychkov – Cand. Sci. (Geography), Senior Researcher at the Institute of Ecology and Natural Resources of the Republic of Tatarstan.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9671-3969>

E-mail: shlychkov@mail.ru

Conclusion. Improving the monitoring system, monitoring the state of the external environment, and measures to prevent air pollution will help reduce the incidence of cancer, including lung cancer.

Keywords: lung cancer, geographic information system, air pollution with carcinogens, solar activity.

Conflict of interest: nothing to disclose.

Raisa G. Biktemirova – MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor of the Department of Human Health Protection.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0416-5342>

E-mail: RGBiktemirova@kpfu.ru

Ilgiz G. Gataullin – MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor of the Department of Oncology, Radiology and Palliative.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5115-6388>

E-mail: ilgizg@list.ru

***Corresponding author**

Received: 18.01.2026

Accepted: 05.03.2026

Published: 27.03.2026

■ ВВЕДЕНИЕ

Число онкологических заболеваний неуклонно растет во всем мире, и это стимулирует разработку новых стратегий по борьбе с ними. Первичная профилактика всегда направлена на снижение заболеваемости посредством программ, направленных на уменьшение воздействия на население известных причинных факторов. Однако, прежде чем внедрять какие-либо стратегии, необходимо оценить вероятное влияние этих причин на заболеваемость раком и возможность снижения или устранения их воздействия.

Анализ заболеваемости населения с использованием географической информационной системы (ГИС) помогает выявить некоторые закономерности, исследовать причинно-следственные связи, найти основные факторы и спрогнозировать ситуацию на несколько лет вперед [1, 2]. При исследовании заболеваемости раком применение ГИС помогает выявить тенденции заболеваемости и смертности. Оно полезно при проведении скрининга и лечения, а также при внедрении эффективных профилактических программ [3].

Одним из объектов исследования может послужить рак легких, являющийся ведущей онкопатологией: почти 2,5 млн новых случаев и более чем 1,8 млн смертей во всем мире в 2022 году. В структуре заболеваемости и смертности это почти каждый восьмой (12,4%) диагноз рака в мире и каждый пятый (18,7%) случай смерти от рака [4].

Основной причиной рака легких является курение, однако не меньшее значение в его этиологии имеет загрязнение атмосферного воздуха. Оно является причиной 7 млн смертей в год, при этом 99% населения мира проживает в районах, где уровень загрязнения превышает рекомендации ВОЗ¹. Использование в качестве топлива угля, мазута, высокая концентрация промышленных предприятий оказывают вредное воздействие на здоровье человека [5, 6]. Особенно актуальна возрастающая роль негативного воздействия углеродсодержащих частиц от автотранспортных средств и дорог [7]. В ряде работ были представлены доказательства способности загрязнителей воздуха не только напрямую раздражать эпителий дыхательных путей, но и вызывать окислительный стресс и воспаление, которые лежат в основе развития опухолей легких [8, 9].

Солнечная радиация и обусловленная ею геомагнитная активность являются важнейшим фактором синхронизации внутренних биоритмов человека с окружающей средой. Как показал ряд исследований, солнечная активность и вызванные солнцем геомагнитные возмущения влияют на реализацию артериальной гипертензии у пожилых мужчин [10]. Также выявлена взаимосвязь между солнечной и геомагнитной активностью и когнитивными функциями человека [11]. Представляется важным изучение возможной этиологической роли циклов солнечной активности в возникновении сарком мягких тканей. В настоящее время установлена связь индексов солнечной активности (чисел Вольфа) с частотой возникновения лейкоза, лимфом, эмбриональных опухолей и других новообразований [12]. Значительный интерес представляет выявленное в России в 1990–2019 гг. увеличение в динамике корреляции частоты сарком мягких тканей с индексами солнечной активности в популяции, при снижении в этот период (22–24 цикла) активности Солнца [13]. Изучение заболеваемости неходжкинскими лимфомами у детей и взрослых в США выявило цикличность, подобную солнечной активности, с наличием лага (задержки) [14, 15]. Исследования, проведенные в России, подтвердили связь цикличности солнечной активности с частотой неходжкинских лимфом у детей и взрослых [16, 17]. Также сделано предположение о влиянии циклов солнечной активности на возникновение меланомы у человека. Эта гипотеза предсказывает временную задержку в циклах заболеваемости меланомой относительно солнечной активности с увеличением расстояния от полярных шапок [18]. Возможно, изменения солнечной и геомагнитной активности влияют на секрецию мелатонина и вегетативную нервную систему и тем самым реализуют патологический процесс [11]. Это касается в числе прочего баланса гормонов стресса и антистресса, окислительных и антиокислительных реакций, соотношения супрессорной и хелперной активности, а также энергетических процессов в иммунных клетках [19, 20].

■ ЦЕЛЬ

Выявить пространственные особенности заболеваемости раком легких населения Республики Татарстан и ее

¹ WHO Global Air Quality Guidelines. Particulate Matter (PM2.5 and PM10), Ozone, Nitrogen Dioxide, Sulfur Dioxide and Carbon Monoxide. World Health Organization, 2021. URL: <https://www.who.int/publications/item/9789240034228>

зависимость от загрязнения атмосферного воздуха канцерогенами и солнечной активности.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В качестве исходных данных использованы материалы: о заболеваемости раком легких, приведенные в канцер-регистре Республиканского клинического онкологического диспансера Минздрава Республики Татарстан за период с 2012 по 2021 гг.; о выбросах в атмосферу и концентрациях канцерогенов в атмосферном воздухе, приведенные в Государственных докладах «О состоянии окружающей природной среды Республики Татарстан» Министерства экологии и природной среды РТ¹.

В качестве антропогенных факторов рассмотрены концентрации канцерогенов в атмосферном воздухе, а природных – солнечная активность (числа Вольфа (W)). Комплексный индекс загрязнения атмосферы канцерогенами (ИЗАк) рассчитывался по веществам с наибольшими нормированными значениями предельно допустимой концентрации (ПДК) с учетом их класса опасности (бенз(а)пирен и формальдегид).

Для качественной оценки уровня заболеваемости раком легких разработаны критерии уровней «низкий», «средний» и «высокий» (таблица 1).

Для оценки интенсивности роста (снижения) заболеваемости раком легких с использованием рекомендаций, приведенных в работе А.А. Исаева (1988) [21], для каждого муниципального района и городского округа построены линейные уравнения регрессии вида $y = ax + b$, с использованием которых определялся тренд заболеваемости. В случае, когда в уравнении регрессии $a > 0$, в муниципальном

Уровень заболеваемости раком легких	Критерии уровней заболеваемости РЛ на 100 тыс. населения
Низкий	заболеваемость раком легких ≤ 39
Средний	$39 < \text{заболеваемость раком легких} < 47$
Высокий	заболеваемость раком легких ≥ 47

Таблица 1. Критерии уровней заболеваемости РЛ на 100 тыс. населения

Table 1. Criteria for the incidence rate of lung cancer per 100,000 population

Тенденция роста (снижения) заболеваемости раком легких	Критерии оценки тенденции заболеваемости раком легких
Существенная	$ a \geq 1,20$
Заметная	$0,65 < a < 1,20$
Слабая	$ a \leq 0,65$

Таблица 2. Критерии оценки тенденции заболеваемости РЛ
Table 2. Criteria for assessing the incidence trend of lung cancer

районе и городском округе отмечается тенденция роста заболеваемости раком легких, а при $a < 0$ – тенденция снижения. Кроме того, интенсивность роста (снижения) заболеваемости раком легких зависит от абсолютной величины коэффициента a .

Для качественной оценки роста (снижения) заболеваемости раком легких разработаны критерии оценки тенденции: «существенная», «заметная» и «слабая» (таблица 2).

Сведения о солнечной активности W получены на сайте Мирового центра данных по солнечно-земной физике². В качестве основного аналитического подхода для оценки взаимосвязи между уровнем заболеваемости раком легких и параметрами солнечной и геомагнитной активности был выбран корреляционный анализ.



Рисунок 1. Районирование территории Республики Татарстан по уровню заболеваемости раком легких на 100 тыс. населения в разрезе муниципальных районов и городских округов.

Figure 1. Zoning of the territory of the Republic of Tatarstan by the incidence rate of lung cancer per 100,000 population in the context of municipal districts and urban districts.

¹ «О состоянии окружающей природной среды Республики Татарстан» за 2007-2021гг. URL: <https://eco.tatarstan.ru/gosdoklad>

² Мировой центр данных по солнечно-земной физике. URL: <http://www.wdcb.ru/stp/index.ru.html>

Тенденция роста заболеваемости раком легких		
Существенная	Заметная	Слабая
Апастовский	Высокогорский	Мамадышский
Балтасинский	Тетюшский	Менделеевский
Тюлячинский	Тукаевский	Аксубаевский
Пестречинский	Азнакаевский	Буинский
Муслюмовский	Арский	Зеленодольский
Дрожжановский	Агрызский	г. Набережные Челны
Новошешминский	Верхнеуслонский	г. Казань
Ютазинский	Чистопольский	
Заинский	Бавлинский	
Елабужский	Сабинский	
	Спасский	
	Рыбно-Слободский	
	Нижнекамский	
	Нурлатский	
	Альметьевский	

Таблица 3. Распределение муниципальных районов и городов Республики Татарстан по тенденции роста заболеваемости раком легких в 2012–2021 гг.

Table 3. Distribution of municipal districts and cities of the Republic of Tatarstan by the trend of increasing incidence of lung cancer in 2012–2021

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Исследована заболеваемость раком легких населения Республики Татарстан в разрезе муниципальных районов и городских округов за 2012–2021 гг. Районирование территории РТ по уровню заболеваемости раком легких приведено на рисунке 1.

Анализ данных показывает, что наблюдается неравномерное распределение заболеваемости раком легких.

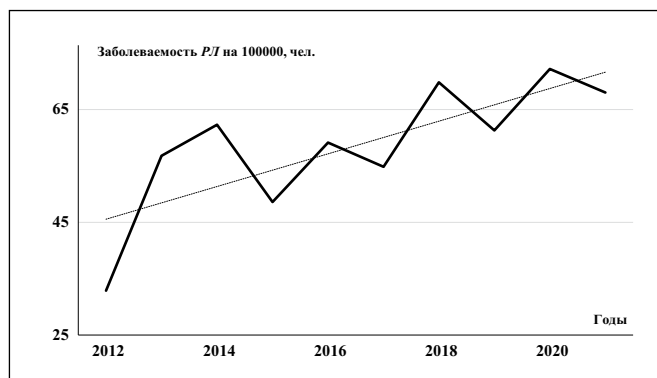


Рисунок 2. Динамика заболеваемости раком легких в Апастовском муниципальном районе.

Figure 2. Dynamics of lung cancer incidence in the Apastovsky municipal district.

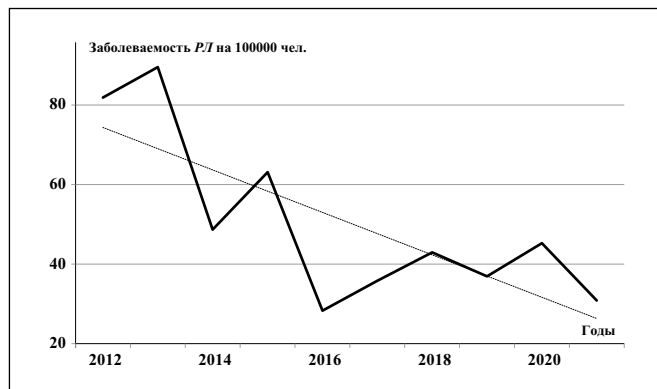


Рисунок 3. Динамика заболеваемости раком легких в Кайбицком муниципальном районе.

Figure 3. Dynamics of lung cancer incidence in the Kaibitsky municipal district.

Высокий уровень заболеваемости выявлен в 12 муниципальных районах. Наиболее высокий уровень заболеваемости в этой группе отмечался в Камско-Устьинском, Тетюшском и Верхнеуслонском районах: соответственно 64, 61 и 60 человек на 100 тыс. населения. Средний уровень заболеваемости зафиксирован в 21 районе, низкий уровень – в 10 районах и в двух городах – в Набережных Челнах и Казани.

Распределение районов и городов Республики Татарстан, в которых зафиксирована тенденция роста заболеваемости раком легких по степени ее выраженности, представлено в таблице 3.

В большинстве районов и городов отмечается тенденция роста заболеваемости раком легких. Следует отметить, что существенный рост заболеваемости раком легких отмечался преимущественно в районах, которые в основном занимаются сельскохозяйственной деятельностью. Тенденция снижения заболеваемости раком легких зафиксирована в 14 районах Республики Татарстан (существенная – в 3, заметная – в 6, слабая – в 5 районах).

В качестве примера приведем динамику заболеваемости раком легких в Апастовском районе, в котором отмечена существенная тенденция роста заболеваемости, и Кайбицком районе, в котором отмечена существенная тенденция снижения заболеваемости (рисунки 2, 3).

Следует отметить, что Апастовский и Кайбицкий районы расположены на западе республики и имеют общую границу. Возможная причина такой динамики заболеваемости раком легких, вероятно, обусловлена особенностями применения средств защиты растений и пестицидов.

В г. Казани выявлена зависимость заболеваемости раком легких от загрязнения атмосферного воздуха канцерогенами. Для характеристики загрязнения атмосферного воздуха использован комплексный индекс загрязнения атмосферы канцерогенами (ИЗАк). Связь между загрязнением атмосферного воздуха и числом больных раком легких в г. Казани приведена на рисунке 4.

Получено уравнение регрессии, описывающее связь между заболеваемостью раком легких населения г. Казани и загрязнением атмосферного воздуха:

$$PL = 7,06 \cdot ИЗАк + 376,36 \tag{1}$$

Коэффициент корреляции между ИЗАк и заболеваемостью раком легких является значимым на уровне $\alpha=0,05$

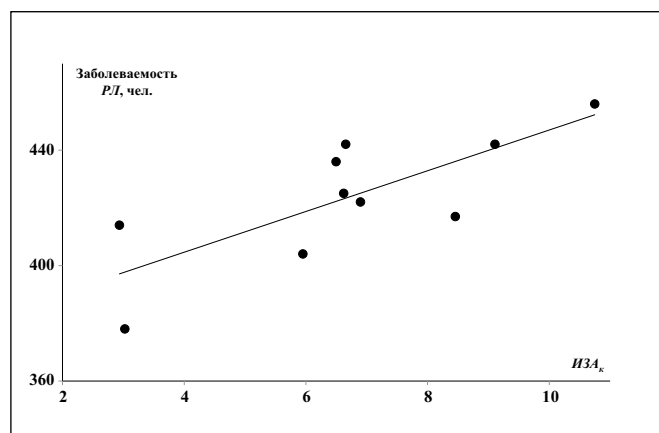


Рисунок 4. Связь загрязнения атмосферного воздуха с числом больных раком легких в г. Казани.

Figure 4. The relationship between air pollution and the number of patients with lung cancer in Kazan.

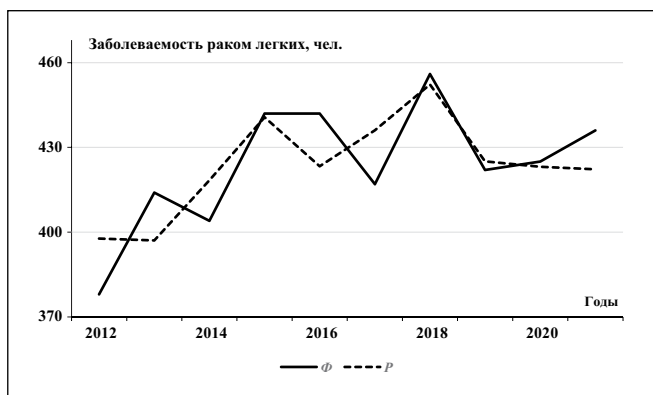


Рисунок 5. Динамика фактических (Ф) и рассчитанных (Р) с использованием уравнения регрессии (1) значений числа больных раком легких в г. Казани за период 2012–2021 гг.

Figure 5. Dynamics of actual (F) and calculated (P) values of the number of patients with lung cancer in Kazan for the period of 2012–2021 using the regression equation (1).

составляет $r = 0,79$. Коэффициент детерминации $0,7 < R^2 < 0,9$, что свидетельствует о высокой силе связи между исследуемыми показателями. Фактор ИЗАк объясняет 63% изменчивости заболеваемости раком легких в г. Казани.

Динамика значений числа больных раком легких в г. Казани фактических (Ф) и рассчитанных (Р) с использованием уравнения регрессии (1) приведена на рисунке 5.

Отмечается удовлетворительная симбатность (совпадение по фазе) фактических и рассчитанных с использованием уравнения регрессии (1) значений заболеваемости раком легких в г. Казани. Максимальная ошибка – 5% отмечается в 2012 и 2017 гг., а минимальная – 0% в 2015 и 2020 гг.

Для выявления связи между солнечной активностью и заболеваемостью раком легких был проведен статистический анализ числа больных в г. Казани за период 2012–2021 гг. Для оценки солнечной активности использовано относительное число солнечных пятен (число Вольфа – W). Данные представлены на рисунке 6.

С ростом солнечной активности отмечается снижение числа больных раком легких. Уравнение регрессии, которое описывает связь между W и заболеваемостью раком легких в г. Казани, имеет вид:

$$ЗЛ = -0,38 \cdot W + 438,73 \quad (2)$$

Коэффициент корреляции между W и числом больных $РЛ$ составляет $r = 0,72$ и является значимым на уровне $\alpha = 0,05$.

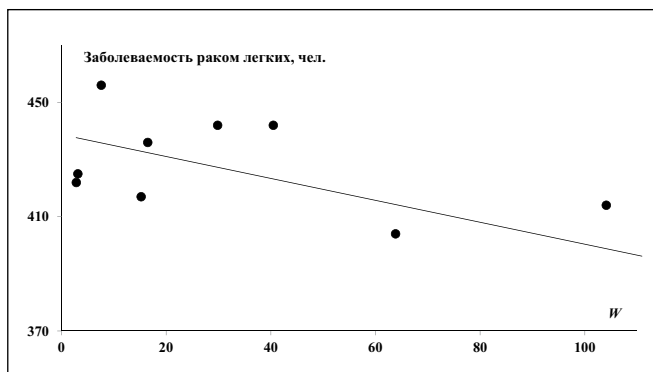


Рисунок 6. Связь W с заболеваемостью раком легких в г. Казани.

Figure 6. The relationship between W and the incidence of lung cancer in Kazan.

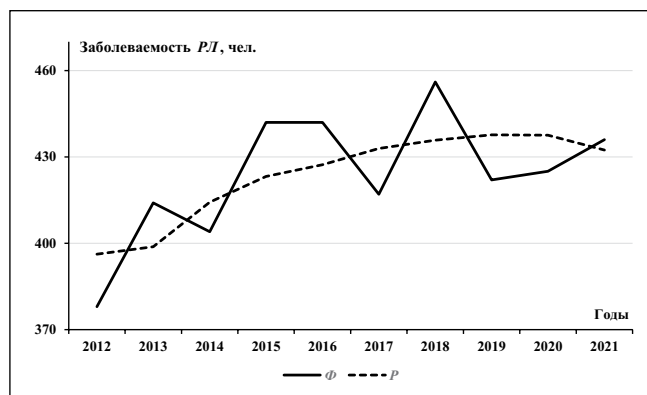


Рисунок 7. Динамика фактических (Ф) и рассчитанных (Р) с использованием уравнения регрессии (2) значений заболеваемости раком легких в г. Казани.

Figure 7. Dynamics of actual (F) and calculated (P) values of lung cancer incidence in Kazan using the regression equation (2).



Рисунок 8. Динамика числа больных раком легких в г. Казани за период 2012–2021 гг. и ее инерционный и инновационный прогнозы до 2030 г.

Figure 8. Dynamics of the number of patients with lung cancer in Kazan for the period of 2012–2021 and its inertial and innovative forecast until 2030.

Фактор W объясняет 52% заболеваемости раком легких в г. Казани. Коэффициент детерминации составляет $0,5 < R^2 < 0,7$, что свидетельствует о заметной силе связи между исследуемыми показателями.

Использование связи заболеваемости раком легких с цикличностью солнечной активности наиболее предпочтительно использовать для прогноза заболеваемости, потому что W имеет цикличность с периодом примерно 11 лет. Динамика фактических (Ф) и рассчитанных (Р) с использованием уравнения регрессии (2) значений заболеваемости раком легких в г. Казани приведена на рисунке 7.

Отмечается удовлетворительная симбатность (совпадение по фазе) фактических и рассчитанных с использованием уравнения регрессии (2) значений заболеваемости раком легких в г. Казани. Максимальная ошибка – 5% отмечается в 2012 г., а минимальная – 1% в 2021 г. Динамика числа больных раком в г. Казани за период 2012–2021 гг. и ее инерционный и инновационный прогноз до 2030 г. с использованием уравнения регрессии (2) приведены на рисунке 8.

В соответствии с инерционным прогнозом в 2030 г. ожидается рост числа больных раком легких в г. Казани на 103 человек на 100 тыс. населения, или на 27% относительно 2012 г. (381 случай). Согласно инновационному

¹ О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2023 году: Государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2024. 364 с.

прогнозу, к 2030 г. относительно 2012 г. ожидается рост числа больных раком легких на 59 чел. на 100 тыс. населения, или на 16%.

Полученные нами данные подтверждают положение о связи загрязнения атмосферного воздуха канцерогенами с ростом заболеваемости раком легких¹ [22, 23].

■ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Активное наращивание производственного потенциала в нефтехимической, химической, нефтедобывающей промышленности и машиностроении, развитие транспортной

инфраструктуры сопровождаются антропогенным загрязнением окружающей среды в Республике Татарстан. Для снижения онкологической заболеваемости населения, в частности раком легких, необходимы совершенствование системы мониторинга, контроль состояния окружающей среды, планирование мероприятий по предотвращению загрязнения атмосферного воздуха канцерогенами.

Результаты проведенного исследования могут быть использованы при подготовке управленческих решений, направленных на профилактику рака легких в Республике Татарстан. ■

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ	ADDITIONAL INFORMATION
Источник финансирования. Работа выполнена по инициативе авторов без привлечения финансирования.	Study funding. The study was the authors' initiative without external funding.
Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с содержанием настоящей статьи.	Conflict of interest. The authors declare that there are no obvious or potential conflicts of interest associated with the content of this article.
Участие авторов. Гатауллин Б.И., Шлычков А.П., Гатауллин И.Г.: сбор и обработка материалов, концепция и дизайн исследования, написание и редактирование текста. Биктемирова Р.Г., Шлычков А.П.: сбор, статистическая обработка материалов, написание текста. Все авторы одобрили финальную версию статьи перед публикацией, выразили согласие нести ответственность за все аспекты работы, подразумевающую надлежащее изучение и решение вопросов, связанных с точностью или добросовестностью любой части работы.	Contribution of individual authors. Gataullin B.I., Shlychkov A.P., Gataullin I.G.: collection and processing of materials, concept and design of the study, writing and editing of the text. Biktemirova R.G., Shlychkov A.P.: collection, statistical processing of materials, writing of the text. The authors gave their final approval of the manuscript for submission, and agreed to be accountable for all aspects of the work, implying proper study and resolution of issues related to the accuracy or integrity of any part of the work.
Оригинальность. При создании настоящей работы авторы не использовали ранее опубликованные сведения (текст, иллюстрации, данные).	Statement of originality. No previously published material (text, images, or data) was used in this work.
Доступ к данным. Редакционная политика в отношении совместного использования данных к настоящей работе не применима.	Data availability statement. The editorial policy regarding data sharing does not apply to this work.
Генеративный искусственный интеллект. При создании настоящей статьи технологии генеративного искусственного интеллекта не использовали.	Generative AI. No generative artificial intelligence technologies were used to prepare this article.
Рассмотрение и рецензирование. Настоящая работа подана в журнал в инициативном порядке и рассмотрена по обычной процедуре. В рецензировании участвовали 2 внешний рецензента.	Provenance and peer review. This paper was submitted unsolicited and reviewed following the standard procedure. The peer review process involved 2 external reviewers.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Khripunova AA, Agapitova PD, Prikhodko RA, et al. Geoinformational technologies as monitoring instrument for the health system at the regional level. *Modern High Technologies*. 2018;9:136-140. [Хрипунова А.А., Агапитова П.Д., Приходько Р.А., и др. Геоинформационные технологии как инструмент мониторинга системы здравоохранения на региональном уровне. *Современные наукоемкие технологии*. 2018;9:136-140]. URL: <https://top-technologies.ru/article/view?id=37174>
2. Korycinski RW, Tennant BL, Cawley MA, et al. Geospatial approaches to cancer control and population sciences at the United States cancer centers. *Cancer Causes Control*. 2018;29(3):371-377. DOI: [10.1007/s10552-018-1009-0](https://doi.org/10.1007/s10552-018-1009-0)
3. Sahar L, Foster SL, Sherman RL, Henry KA, et al. GIScience and cancer: State of the art and trends for cancer surveillance and epidemiology. *Cancer*. 2019;125(15):2544-2560. DOI: [10.1002/cncr.32052](https://doi.org/10.1002/cncr.32052)
4. Bray F, Laversanne M, Sung H, Ferlay J, et al. Global cancer statistics 2022: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA Cancer J Clin*. 2024;74(3):229-263. DOI: [10.3322/caac.21834](https://doi.org/10.3322/caac.21834)
5. Leiter A, Veluswamy RR, Wisnivesky JP. The global burden of lung cancer: current status and future trends. *Nat Rev Clin Oncol*. 2023;20(9):624-639. DOI: [10.1038/s41571-023-00798-3](https://doi.org/10.1038/s41571-023-00798-3)
6. Vignal C, Guilloteau E, Gower-Rousseau C, Body-Malapel M. Review article: Epidemiological and animal evidence for the role of air pollution in intestinal diseases. *Sci Total Environ*. 2021;757:143718. DOI: [10.1016/j.scitotenv.2020.143718](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143718)
7. Bessagnet B, Allemand N, Putaud JP, et al. Emissions of Carbonaceous Particulate Matter and Ultrafine Particles from Vehicles-A Scientific Review in a Cross-Cutting Context of Air Pollution and Climate Change. *Appl Sci (Basel)*. 2022;12(7):1-52. DOI: [10.3390/app12073623](https://doi.org/10.3390/app12073623)

8. Albano GD, Montalbano AM, Gagliardo R, et al. Impact of Air Pollution in Airway Diseases: Role of the Epithelial Cells (Cell Models and Biomarkers). *Int J Mol Sci*. 2022;23(5):2799. DOI: [10.3390/ijms23052799](https://doi.org/10.3390/ijms23052799)
9. Xue Y, Wang L, Zhang Y, et al. Air pollution: A culprit of lung cancer. *J Hazard Mater*. 2022;434:128937. DOI: [10.1016/j.jhazmat.2022.128937](https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2022.128937)
10. Wang VA, Zilli Vieira CL, Garshick E, et al. Solar Activity Is Associated With Diastolic and Systolic Blood Pressure in Elderly Adults. *J Am Heart Assoc*. 2021;10(21):e021006. DOI: [10.1161/JAHA.120.021006](https://doi.org/10.1161/JAHA.120.021006)
11. Liddle JM, Vieira CLZ, Coull BA, et al. Associations between solar and geomagnetic activity and cognitive function in the Normative Aging study. *Environ Int*. 2024;187:108666. DOI: [10.1016/j.envint.2024.108666](https://doi.org/10.1016/j.envint.2024.108666)
12. Pinaev SK, Chizhov AY, Pinaeva OG. The link of smoke and solar activity with human neoplasms. *Kazan medical journal*. 2022;103(4):650-657. [Пинаев С.К., Чижов А.Я., Пинаева О.Г. Связь дыма и солнечной активности с новообразованиями человека. *Казанский медицинский журнал*. 2022;103(4):650-657]. DOI: [10.17816/KMJ2022-650](https://doi.org/10.17816/KMJ2022-650)
13. Ishkov VN. The current 24th solar activity cycle in the minimum phase: preliminary results and development features. *Cosmic Research*. 2020;58(6):471-478. [Ишков В.Н. Текущий 24 цикл солнечной активности в фазе минимума: Предварительные итоги и особенности развития. *Космические исследования*. 2020;58(6):471-478]. DOI: [10.31857/S0023420620060060](https://doi.org/10.31857/S0023420620060060)
14. Dimitrov BD. Non-Hodgkin's lymphoma in US children: biometeorological approach. *Folia Med (Plovdiv)*. 1999;41(1):29-33. PMID: [10462916](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10462916/)
15. Dimitrov BD. Malignant melanoma of the skin and non-Hodgkin's lymphoma in USA: a comparative epidemiological study. *Folia Med (Plovdiv)*. 1999;41(1):121-125. PMID: [10462940](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10462940/)
16. Pinaev SK, Chizhov AY, Grjibovski AM, Pinaeva OG. Comparative analysis of the associations between solar activity and trends in the

- incidence of haemoblastoses in Russia, the USA and Canada. *Kazan medical journal*. 2022;103(6):1005-1012. [Пинаев С.К., Чижов А.Я., Гржибовский А.М., Пинаева О.Г. Сравнительный анализ связи трендов гемобластозов в России, Соединенных Штатах Америки и Канаде с солнечной активностью. *Казанский медицинский журнал*. 2022;103(6):1005-1012]. DOI: [10.17816/KMJ109511](https://doi.org/10.17816/KMJ109511)
17. Pinaev SK, Chizhov AY, Pinaeva OG. Association of solar activity and smoke with childhood hemoblastoses. *RUDN Journal of Ecology and Life Safety*. 2022;30(4):597-605. [Пинаев С.К., Чижов А.Я., Пинаева О.Г. Связь солнечной активности и дыма с гемобластозами детского возраста. *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности*. 2022;30(4):597-605]. DOI: [10.22363/2313-2310-2022-30-4-597-605](https://doi.org/10.22363/2313-2310-2022-30-4-597-605)
18. Viola MV, Houghton A, Munster EW. Solar cycles and malignant melanoma. *Med Hypotheses*. 1979;5(1):153-60. DOI: [10.1016/0306-9877\(79\)90067-7](https://doi.org/10.1016/0306-9877(79)90067-7)
19. Bulatetsky SV, Byalovsky YuYu, Glushkova EP. Dynamics of adaptive mechanisms such as the optimization criteria magnetic interference. *I.P. Pavlov Russian Medical Biological Herald*. 2013;(2):49-53. [Булагетский С.В., Бяловский Ю.Ю., Глушкова Е.П. Динамика неспецифических адаптационных механизмов как критерий оптимизации магнитных воздействий. *Российский медико-биологический вестник имени академика И.П. Павлова*. 2013;2:49-53].
20. Martynyuk VS, Temuryants NA. Extremely low-frequency magnetic fields as a factor of modulation and synchronization of infradian biorhythms in animals. *Geophysical Processes and Biosphere*. 2009;8(1):36-50. [Мартынюк В.С., Темурьянц Н.А. Магнитные поля крайне низкой частоты как фактор модуляции и синхронизации инфрадианных биоритмов у животных. *Геофизические процессы и биосфера*. 2009;8(1):36-50].
21. Isaev AA. *Statistics in meteorology and climatology*. М., 1988. (In Russ.). [Исаев А.А. *Статистика в метеорологии и климатологии*. М., 1988].
22. Cong X. Air pollution from industrial waste gas emissions is associated with cancer incidences in Shanghai, China. *Environ Sci Pollut Res Int*. 2018;25(13):13067-13078. DOI: [10.1007/s11356-018-1538-9](https://doi.org/10.1007/s11356-018-1538-9)
23. Newby DE, Mannucci PM, Tell GS, et al, ESC Working Group on Thrombosis, European Association for Cardiovascular Prevention and Rehabilitation; ESC Heart Failure Association. Expert position paper on air pollution and cardiovascular disease. *Eur Heart J*. 2015;36(2):83-93b. DOI: [10.1093/eurheartj/ehu458](https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehu458)

Оценка эффективности и безопасности комбинированного подхода к неoadъювантному лечению рака желудка, осложненного субкомпенсированным опухолевым стенозом

А.А. Свечкова, А.Х. Хамид, А.А. Захаренко

ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Минздрава России (Санкт-Петербург, Российская Федерация)

Аннотация

Цель: оценить эффективность и безопасность комбинированного подхода к неoadъювантному лечению больных с местнораспространенным раком желудка, осложненным субкомпенсированным опухолевым стенозом. **Материал и методы.** В исследование включено 84 пациента с местнораспространенным раком желудка, осложненным субкомпенсированным стенозом. Пациенты распределены на две группы в соотношении 1:1, характеристики пациентов обеих групп сопоставимы. Пациентам исследуемой группы проводилось комбинированное лечение: 4 цикла полихимиотерапии по схеме FLOT и 2 сеанса эндоскопической фотодинамической терапии. В контрольной группе проводилось стандартное лечение. Методы оценки клинической эффективности комбинированного лечения: время эвакуации бариевой взвеси из желудка в тонкую кишку, степень опухолевого стеноза, степень нутритивной недостаточности, динамика ИМТ и саркопении, показатели перфузии опухоли, степень регрессии опухоли по шкале TRG, ответ опухоли на лечение по критериям Response Evaluation Criteria In Solid Tumors 1.1. К методам оценки безопасности комбинированного лечения относились: количество больных, завершивших предоперационный этап лечения, нежелательные явления по шкале Common Terminology Criteria for Adverse Events Version 5.0, количество больных, которым задерживался очередной цикл полихимиотерапии или применялся препарат группы стимуляторов лейкопоза по причине лекарственной токсичности. **Результаты.** После лечения медиана времени эвакуации контраста была значимо ниже в основной группе (12 ч) по сравнению с контролем

(17 ч; $p=0,003$). Улучшение нутритивного статуса после лечения подтверждалось повышением показателей GOOSS и снижением баллов по шкале NRS 2002 ($p=0,010$ и $p=0,009$ соответственно). В основной группе значение ИМТ значимо стало выше ($p=0,024$), а показатель саркопении снизился ($p=0,023$). Показатель проницаемости сосудистой стенки в исследуемой группе был значительно ниже ($p=0,02$), что свидетельствует о положительном влиянии терапии на микроциркуляцию опухоли. Различия по ответу опухоли по RECIST 1.1 между группами статистически незначимы ($p=0,513$), однако патоморфоз по шкале TRG был значимо лучше в основной группе ($p=0,022$). Безопасность лечения соответствует снижению частоты тяжелой лейкопении и диареи, а также меньшему количеству задержек химиотерапии ($p < 0,05$) в основной группе. Таким образом, комбинированный подход показал улучшенную эффективность и приемлемый профиль безопасности по сравнению с контролем.

Выводы. Комбинированное лечение пациентов с местнораспространенным РЖ, осложненным субкомпенсированным опухолевым стенозом, на предоперационном этапе показало высокую эффективность и безопасность и может быть рекомендовано к применению в рутинной практике. **Ключевые слова:** рак желудка, опухолевый стеноз, эндоскопическая фотодинамическая терапия, осложненный рак желудка, комбинированное лечение, Хлорин Е6.

Конфликт интересов: не заявлен.

Для цитирования:

Свечкова А.А., Хамид А.Х., Захаренко А.А. Оценка эффективности и безопасности комбинированного подхода к неoadъювантному лечению рака желудка, осложненного субкомпенсированным опухолевым стенозом. *Наука и инновации в медицине.* 2026;11(2):136-143. DOI: <https://doi.org/10.35693/SIM704725>

Сведения об авторах

*Свечкова Анна Алексеевна – врач-хирург, онколог онкологического отделения №1. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0326-2957>
E-mail: svechkova-95@mail.ru
Хамид А.Х. – канд. мед. наук, врач-онколог онкологического отделения №1. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4191-723X>
E-mail: dr_nauras@hotmail.com

Захаренко А.А. – д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой онкологии. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8514-5377>
E-mail: 9516183@mail.ru
*Автор для переписки

Список сокращений

МСКТ – мультиспиральная компьютерная томография, ПХТ – полихимиотерапия, РЖ – рак желудка, ФС – фотосенсибилизатор, эФДТ – эндоскопическая фотодинамическая терапия; НАПХТ – неoadъювантная полихимиотерапия.

Получено: 01.03.2026
Одобрено: 02.04.2026
Опубликовано: 05.04.2026

The efficacy and safety of a combination approach to neoadjuvant treatment of gastric cancer complicated by subcompensated tumor stenosis

Anna A. Svechkova, Abdo Kh. Khamid, Aleksandr A. Zakharenko

I.P. Pavlov First Saint Petersburg State Medical University (Saint Petersburg, Russian Federation)

Abstract

Aim: to evaluate the efficacy and safety of a combined approach to neoadjuvant treatment in patients with locally advanced gastric cancer complicated by subcompensated tumor stenosis.

Material and methods. The clinical study included 84 patients with locally advanced gastric cancer complicated by subcompensated tumor stenosis. Patients were divided into two groups in a 1:1 ratio, the characteristics of patients in both groups were comparable. Patients in the study group received combination therapy: 4 cycles of polychemotherapy using the FLOT regimen and 2 sessions of endoscopic photodynamic therapy; the control group received

standard treatment. The clinical efficacy and safety of the combination therapy were assessed using the following measures: barium meal removal from the stomach into the small intestine, tumor stenosis, nutritional insufficiency, BMI and sarcopenia dynamics, tumor perfusion parameters, tumor regression grade according to the TRG scale, and tumor response to treatment according to the Response Evaluation Criteria in Solid Tumors 1.1. The safety assessment methods for the combination therapy included the number of patients who completed the preoperative treatment phase, adverse events according to the Common Terminology Criteria for Adverse Events Version 5.0 scale, the

number of patients whose next cycle of polychemotherapy was delayed due to drug toxicity, and the number of patients receiving leukopoiesis-stimulating agents due to drug toxicity.

Results. The median contrast evacuation time was significantly lower in the study group (12 h.) compared to the control group (17 h.; $p=0.003$). Improvement of nutritional status after treatment was confirmed by an increase in GOOSS scores and a decrease in NRS 2002 scores ($p=0.010$ and $p=0.009$, respectively). In the study group, a higher BMI value ($p=0.024$) and a decrease in the likelihood of sarcopenia ($p=0.023$) were observed. The vascular wall permeability index was significantly lower ($p=0.02$), indicating a positive effect of therapy on tumor microcirculation. Differences in tumor response according to RECIST 1.1 between the groups were statistically insignificant

($p=0.513$), but pathomorphosis according to the TRG scale was significantly better in the study group ($p=0.022$). Treatment safety was demonstrated by a reduced incidence of severe leukopenia and diarrhea, as well as fewer chemotherapy delays ($p<0.05$) in the study group. Thus, the combination approach demonstrated improved efficacy and an acceptable safety profile compared to the control group.

Conclusion. Combination treatment of patients with locally advanced gastric cancer complicated by subcompensated tumor stenosis at the preoperative stage demonstrated high efficacy and safety and can be recommended for routine use.

Keywords: gastric cancer, tumor stenosis, endoscopic photodynamic therapy, complicated gastric cancer, combination therapy, Chlorin E6.

Conflict of interest: nothing to disclose.

Citation

Svechkova AA, Khamid AKh, Zakharenko AA. **The efficacy and safety of a combination approach to neoadjuvant treatment of gastric cancer complicated by subcompensated tumor stenosis.** *Science and Innovations in Medicine.* 2026;11(2):136-143. DOI: <https://doi.org/10.35693/SIM704725>

Information about authors

*Anna A. Svechkova – MD, surgeon, oncologist of the oncology department No. 1.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0326-2957>

E-mail: svechkova-95@mail.ru

Abdo Kh. Khamid – MD, Cand. Sci. (Medicine), oncologist of the oncology department No. 1.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4191-723X>

E-mail: dr_nauras@hotmail.com

Aleksandr A. Zakharenko – MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor, Head of the Department of Oncology.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8514-5377>

E-mail: 9516183@mail.ru

*Corresponding author

Received: 01.03.2026

Accepted: 02.04.2026

Published: 05.04.2026

ВВЕДЕНИЕ

Несмотря на значительный прогресс в области диагностики и терапевтических подходов, рак желудка (РЖ) сохраняет статус глобальной медицинской проблемы, обусловленной высокой агрессивностью и гетерогенной природой злокачественного процесса [1]. По данным за 2022 год, уровень заболеваемости РЖ в мире составил примерно 968 350 новых зарегистрированных случаев, а число летальных исходов достигло порядка 659 853 случаев [2]. Среди всех пациентов с РЖ 40% попадают в больницы из-за осложнений, связанных с раком, из которых наиболее распространенными являются кровотечение (22–80%), злокачественная обструкция выходного отдела желудка (26–60%) и перфорация (менее 5%) [3]. Традиционно лечение пациентов с опухолевым стенозом заключается в формировании гастроэнтероанастомоза из открытого или лапароскопического доступов по типу Roux-en-Y «конец в бок» кпереди или позади брыжейки поперечной ободочной кишки [4]. На сегодняшний день методика эндоскопического стентирования опухолевого канала является одним из ведущих минимально инвазивных методов в лечении пациентов со злокачественным опухолевым стенозом. Этот подход реализуется с применением саморасширяющихся металлических стентов и позволяет значительно снизить риск развития послеоперационных осложнений по сравнению с формированием обходного гастроэнтероанастомоза. Однако метод имеет свои ограничения, среди которых особенно стоит выделить трудности при установке проводника через опухолевый канал при выраженном стенозе или его извитости [5]. Данные методы чаще применяются у пациентов с диссеминированным или метастатическим РЖ. Что касается радикальных хирургических вмешательств при осложненном РЖ, ряд авторов склоняется к необходимости их выполнения при наличии у пациента опухолевого стеноза [6, 7]. Однако при местнораспространенных формах РЖ онкологические результаты после первичного хирургического лечения без системного лечения значимо хуже: 5-летняя выживаемость составляет 36% в группе пациентов с периперационной полихимиотерапией (ПХТ) по сравнению с 23% у пациентов, получавших только хирургическое вмешательство (ОР 0,75;

95% ДИ, 0,60–0,93; $P = 0,009$) [8]. В связи с этим возникает необходимость исследования других методов воздействия на опухолевый стеноз, при которых возможно проведение полноценного курса периперационной ПХТ.

Эндоскопическая фотодинамическая терапия (ЭФДТ) длительно используется в онкологической практике, она показала свою эффективность и безопасность в лечении как раннего РЖ, особенно у коморбидных пациентов, так и опухолевой обструкции желудка в рамках паллиативного метода [9–12]. В пилотных исследованиях, проводимых на базе ПСПбГМУ им. И.П. Павлова, комбинация ЭФДТ с ПХТ показала свою эффективность и безопасность в лечении больных местнораспространенным РЖ, осложненным субкомпенсированным опухолевым стенозом, на предоперационном этапе [13–14].

При стандартных показателях облучения в качестве фотосенсибилизатора (ФС) использовались различные препараты как зарубежного, так и российского производства, показавшие свою эффективность при аденокарциноме желудка: Радахлорин, Фотодитазин. В настоящее время широкое распространение получило применение препарата Хлорин Е6 – одного из наиболее перспективных ФС третьего поколения, выпускаемого на территории РФ. Субстанцией для производства большей части ФС является Хлорин Е6 натрия, получаемый методом химического синтеза из метилфеофорбида, который экстрагируется из биомассы зеленой микроводоросли *Spirulina Platensis*, произрастающей в Японии и Калифорнии. В настоящее время остро встает вопрос о замене импортных интермедиатов на более доступные. В отличие от остальных препаратов, производимых на территории РФ, разработана и стандартизирована технология производства Хлорина Е6 («Фоторан Е6») из борщевика Сосновского (*Heracleum Sosnowskyi*) [15]. На основании клинического опыта применения ЭФДТ в лечении опухолевого стеноза у больных РЖ и официальных данных о широком «терапевтическом окне» препарата Хлорин Е6 (1,0 мг/кг – 2,5 мг/кг массы тела больного) было проведено пилотное клиническое исследование, в котором было показано, что ЭФДТ с Хлорином Е6 в дозе 1,0 мг/кг является эффективным и безопасным компонентом комбинированного

лечения пациентов с местнораспространенным РЖ, осложненным субкомпенсированным опухолевым стенозом. Его применение обеспечивает сопоставимую эффективность при достоверно лучшем профиле безопасности и меньших экономических затратах. Разработан и запатентован лечебно-диагностический алгоритм комбинированного лечения пациентов с местнораспространенным РЖ, осложненным субкомпенсированным опухолевым стенозом, на предоперационном этапе [16]. Представляется перспективным проведение клинического исследования по сравнению эффективности и безопасности комбинированного подхода в сравнении со стандартным лечением у данной когорты больных.

ЦЕЛЬ

Оценить эффективность и безопасность комбинированного подхода к неoadьювантному лечению у больных с местнораспространенным РЖ, осложненным субкомпенсированным опухолевым стенозом.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Проведено проспективно-ретроспективное одноцентровое сравнительное клиническое исследование. Дизайн показан на рисунке 1.

Характеристика пациентов. В исследование включено 84 пациента старше 18 лет, ECOG статус 0-2 с гистологически верифицированным потенциально операбельным РЖ сT≥2M0, осложненным опухолевым стенозом.

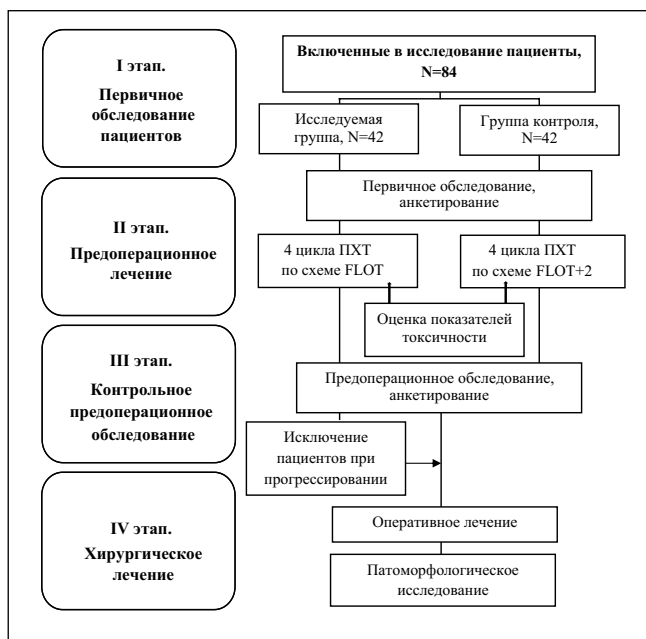


Рисунок 1. Дизайн исследования.

Figure 1. Study design.

Пациенты распределены в две группы в соотношении 1:1: проспективно в исследуемую группу, проспективно и ретроспективно в группу контроля.

Критерии не включения в исследование: первично-множественный синхронный или метасинхронный рак, наличие

Характеристика пациентов		Группа 1 Комбинированное лечение (n=42)	Группа 2 Контроль (n=42)	p-value
Пол	Мужской, N=49	27 (64,3%)	22 (53,4%)	0,376
	Женский, N=35	15 (35,7%)	20 (46,6%)	
Возраст, лет	до 45, N=7	5 (11,9%)	2 (4,8%)	0,059
	45-80, N=77	37 (88,1%)	40 (95,2%)	
	более 80, N=0	–	–	
ECOG – статус	0, N=28	14 (33,3%)	14 (33,3%)	0,849
	1, N=38	20 (47,6%)	18 (42,9%)	
	2, N=18	8 (19,1%)	10 (23,8%)	
сT	2, N=18	10 (23,8%)	8 (19,1%)	0,736
	3, N=46	20 (47,6%)	26 (61,9%)	
	4a, N=20	12 (28,6%)	8 (19%)	
сN	0, N=15	7 (16,7%)	8 (19%)	0,248
	1, N=31	16 (38,1%)	15 (35,7%)	
	2, N=26	15 (35,7%)	11 (26,2%)	
	3, N=12	4 (9,5%)	8 (19%)	
Стадия	I, N=4	3 (7,1%)	1 (2,4%)	0,82
	IIa, N=12	5 (11,9%)	7 (16,7%)	
	IIb, N=11	4 (9,5%)	7 (16,7%)	
	III, N=57	30 (71,4%)	27 (64,3%)	
Патоморфология	LG, N=30	14 (33,3%)	16 (38,1%)	0,368
	HG, N=24	10 (23,8%)	14 (33,3%)	
	ПКР, N=30	18 (42,9%)	12 (28,6%)	
Время эвакуации бариевой взвеси до лечения, ч		16 IQR [16;20]	20 IQR [16;20]	0,383
Статус по шкале GOOSS до лечения, чел.	«1»	20 (47,6%)	19 (45,2%)	0,828
	«2»	22 (52,4%)	23 (54,8%)	
Недостаточность питания по шкале NRS 2002 до лечения, балл		4 IQR [3;4]	3 IQR [3;4]	0,354
Недостаточность питания по шкале NRS 2002 до лечения, чел.		34 (80,95%)	36 (85,71%)	0,864
Саркопения по опроснику SARC-F до лечения, балл		4,5 IQR [2;5]	4,5 IQR [2;6]	0,764
Саркопения по опроснику SARC-F до лечения, чел.		27 (64,29%)	29 (69%)	0,94
ИМТ до лечения		24,8 IQR [19,09;28]	24 IQR [19;28,7]	0,971
ABV до лечения, мл/100 г		6,727 IQR [2,976;12,582]	11,044 IQR [6,727;16,642]	0,004
ABF до лечения, мл/100 г/мин		45 IQR [28,65;82,85]	41 IQR [23,63;70]	0,497
PS до лечения, мл/100 г/мин		17,982±12,999	17,592±10,546	0,880
MTT до лечения, с		12,04 IQR [7,353; 22,94]	13,4 IQR [8,41; 23]	0,343

Таблица 1. Характеристика пациентов: значения приведены в виде количества случаев и их процентного соотношения

Table 1. Patient characteristics: values are presented as the number of cases and their percentage

абсолютных противопоказаний к проведению противоопухолевого лекарственного или оперативного лечения, опухолевое кровотечение в анамнезе, противопоказание к проведению рентгенконтрастного исследования.

Группы сопоставимы между собой по полу, возрасту, сT-, сN-критериям, стадии заболевания, патоморфологической характеристике опухоли, общесоматическому статусу. Также не было выявлено различий по исходным показателям клинической выраженности опухолевого стеноза, статуса питания, наличия саркопении и характеристик опухоли по данным перфузионной мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ). Исходные данные по пациентам представлены в **таблице 1**.

Методика проведения комбинированного лечения. Пациентам обеих групп, согласно клиническими рекомендациями АОР «Рак желудка 2020 г.», проведено 4 цикла ПХТ по схеме FLOT. В исследуемой группе пациентам перед первым и третьим циклами лекарственной терапии за 3 дня до предполагаемого введения цитостатиков выполнялся сеанс ЭФДТ опухоли желудка. Препарат Хлорин Е6 вводили внутривенно капельно в темном помещении в течение 30 мин, разводя в 200 мл 0,9 % раствора натрия хлорида. Пациентам первой группы препарат вводился в дозе 1 мг/кг веса, пациентам второй группы – в дозе 2,5 мг/кг веса. Через 3 часа после введения препарата проводился сеанс локального облучения опухоли с помощью кварцевого световода «СИЛМА-01» диффузионного типа диаметром 1,6 мм, фирмы «Полироник» и аппарата «ЛАХТА-МИЛОН» (Россия) в условиях эндоскопической операционной под внутривенной анестезией с сохранением спонтанного дыхания. Длина волны лазерного облучения составляла 662 нм ±1% в импульсном режиме (900 mW), длительность импульса 150 мс с интервалом 90 мс в дозе 400 Дж/см². Объем опухоли рассчитывался на основании МСКТ, выполненной до начала лечения. Контроль положения световода осуществляли с помощью эндоскопа Olympus GIF-Q180 и процессора Olympus EVIS EXERA II (Япония). Для профилактики фототоксических реакций всем пациентам рекомендовали избегать прямого солнечного света и носить солнцезащитные очки в течение семи суток после введения ФС. После каждого цикла ЭФДТ и лекарственного лечения оценивались параметры токсичности вводимых препаратов по критериям Common Terminology Criteria for Adverse Events Version 5.0.

После завершения предоперационного этапа лечения пациентам обеих групп выполнялись контрольные обследования с целью оценки противоопухолевого эффекта и формирования показаний к хирургическому этапу лечения. Пациенты, у которых по результатам контрольных обследований было выявлено прогрессирование заболевания, из исследования исключались. Перед хирургическим этапом повторно определялся нутритивный статус по критериям NRS 2002, индекс массы тела, индекс саркопении, степень выраженности симптомов обструкции по шкале GOOSS. Хирургическое лечение выполнялось через 4–6 недель после завершения предоперационного системного лечения.

Методики оценки клинической эффективности и безопасности комбинированного лечения. К методам оценки эффективности комбинированного лечения относились: динамика времени эвакуации суспензии бариевой взвеси из желудка в тонкую кишку; динамика показателя степени



Рисунок 2. Исключение пациентов в процессе лечения.
Figure 2. Exclusion of patients during treatment.

опухолевого стеноза по данным шкалы GOOSS; динамика наличия и степени нутритивной недостаточности; динамика ИМТ; динамика саркопении; динамика показателей перфузии опухоли желудка (объем кровотока, скорость прохождения определенного объема крови через заданный объем опухолевой ткани за единицу времени, проницаемость сосудистой стенки в области опухоли желудка, среднее время транзита, за которое кровь проходит по сосудистому руслу в заданной области опухоли желудка); степень регрессии опухоли по шкале TRG; ответ опухоли на лечение по критериям Response Evaluation Criteria In Solid Tumors 1.1.

К методам оценки безопасности комбинированного лечения относились: количество больных, завершивших предоперационный этап лечения; наличие и степень лейкопении по шкале Common Terminology Criteria for Adverse Events Version 5.0; количество больных, которым

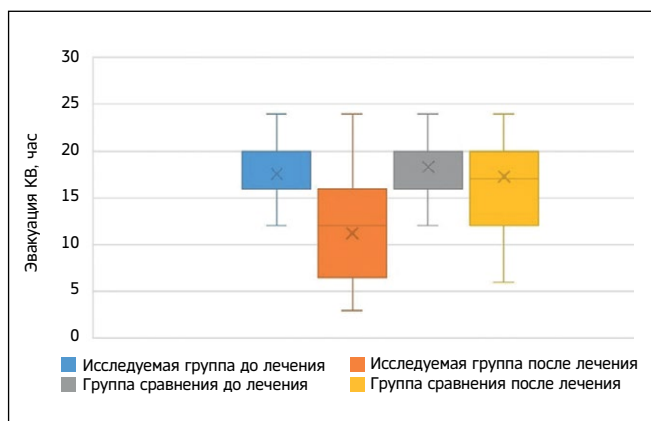


Рисунок 3. Эвакуация контрастного вещества до и после предоперационного лечения у пациентов исследуемой и контрольной групп.
Figure 3. Evacuation of contrast agent before and after preoperative treatment in patients of the study and control groups.

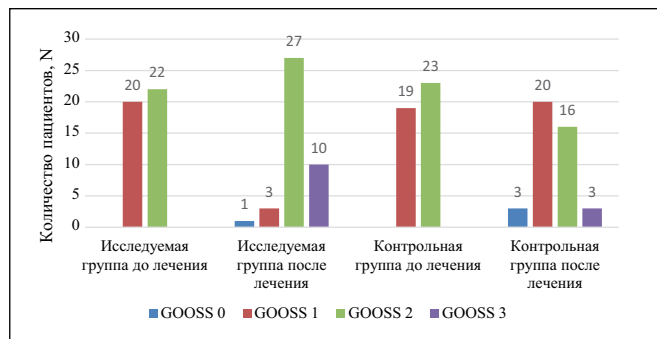


Рисунок 4. Клинико-анамнестическая оценка степени стеноза желудка по шкале GOOSS до и после предоперационного лечения у пациентов исследуемой и контрольной групп.

Figure 4. Clinical and anamnestic assessment of the degree of gastric stenosis according to the GOOSS scale before and after preoperative treatment in patients of the study and control groups.

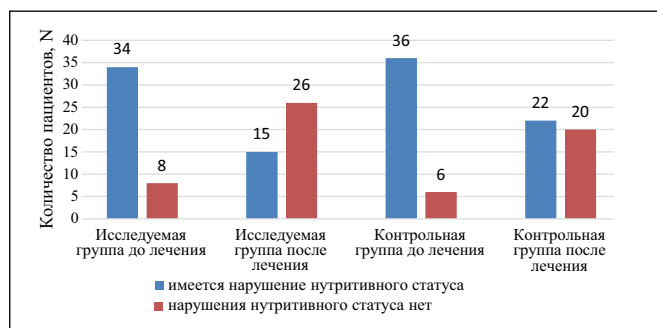


Рисунок 5. Нарушение нутритивного статуса до и после предоперационного лечения у пациентов исследуемой и контрольной групп.

Figure 5. Impairment of nutritional status before and after preoperative treatment in patients of the study and control groups.

задерживался очередной цикл полихимиотерапии по причине лекарственной токсичности; количество больных, которым применялись препараты группы стимуляторов лейкопоза по причине лекарственной токсичности.

Статистический анализ выполняли с использованием программного обеспечения IBM SPSS Statistics v.23. Количественные данные представлены в виде медианы и межквартильного размаха [IQR] или среднего арифметического и стандартного отклонения (M±SD). Для сравнения независимых групп по количественным признакам применяли U-критерий Манна – Уитни, для категориальных – точный критерий Фишера или χ² Пирсона. Различия считали статистически значимыми при p < 0,05.

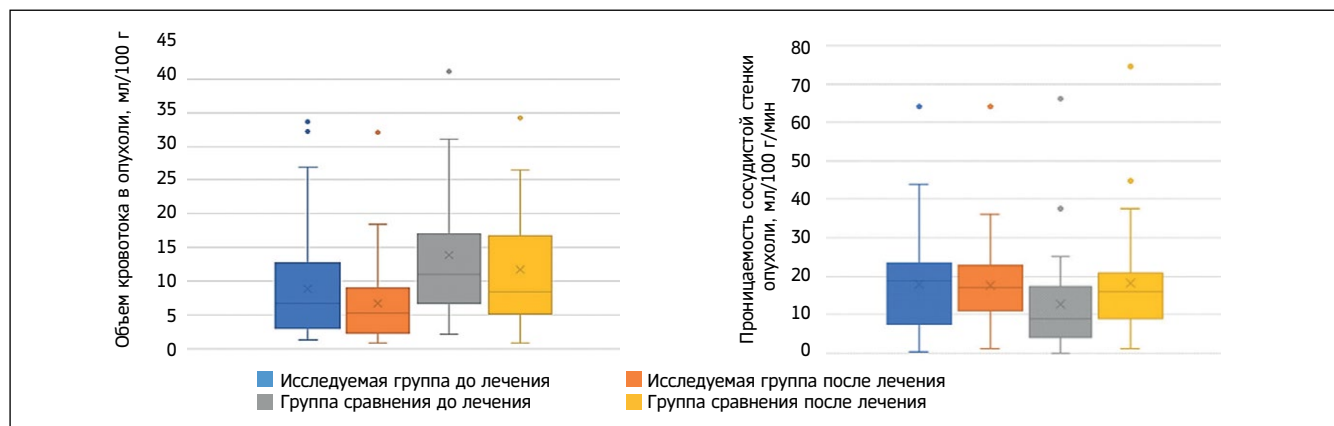


Рисунок 6. Перфузионные показатели опухоли до и после лечения.

Figure 6. Tumor perfusion parameters before and after treatment.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Оценка эффективности комбинированного подхода. В исследуемой группе у одного больного выявлено прогрессирование заболевания после третьего цикла ПХТ, данные по этому больному при оценке показателей эффективности и безопасности комбинированного лечения не учитывались. При проведении МСКТ с контрастным усилением в рамках контрольного исследования после предоперационного этапа лечения у одного больного из исследуемой группы и у одного больного из группы контроля выявлено прогрессирование заболевания, данные по этим пациентам не учитывались при оценке показателя опухолевого патоморфоза, так как оперативное лечение этим пациентам не выполнялось (рисунок 2).

После предоперационного этапа лечения медиана времени эвакуации контраста составила 12 часов (IQR [7;16]) в основной группе и 17 часов (IQR [12;20]) – в контроле (U = 540,5; p = 0,003) (рисунок 3).

После лечения в основной группе 24,39% пациентов не жаловались на качество питания (шкала GOOSS = 3), 65,85% – принимали твердую измельченную пищу, 7,32% – полужидкую и 2,44% – только жидкость (шкала GOOSS = 0). В контрольной группе эти показатели – 7,32%, 39,02%, 46,34% и 7,32% соответственно. Медиана шкалы GOOSS выросла с 1,5 до 2,1 в исследуемой группе и снизилась с 1,5 до 1,4 в контроле (U = 595,5; p = 0,010) (рисунок 4).

После неoadьювантного лечения балл по шкале NRS 2002 составлял 2 (IQR [1;3]) в исследуемой группе и 3 (IQR [2;4]) в контрольной. Риск недостаточного питания определяли у 35,58% пациентов в основной группе и у 52,38% – в контроле. Легкая, средняя и тяжелая степени питательной недостаточности зарегистрированы у 21,95%, 9,75% и 4,87% пациентов в основной группе и у 23,81%, 16,67% и 11,9% – в контрольной. Выявлена статистически значимая разница в нутритивном статусе по шкале NRS между группами до и после лечения (U = 585,5; p = 0,009) (рисунок 5).

После предоперационного лечения ИМТ был выше в исследуемой группе (25,31±8,53 vs 23,53±5,6; t=2,295; p = 0,024). Выраженный дефицит массы тела и недостаточная масса тела встречались реже в исследуемой группе по сравнению с контролем. По шкале SARC-F средний балл снизился значимо в исследуемой группе (2,9±1,8 vs. 3,9±2,21; U=602,5; p = 0,023), а доля пациентов с высокой вероятностью саркопении уменьшилась с 64,3% до 39%,

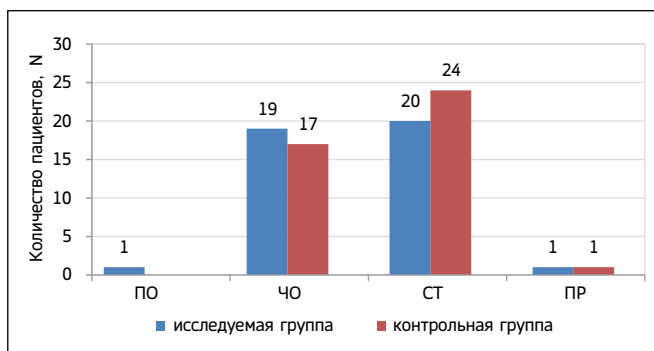


Рисунок 7. Ответ опухоли на лечение по критериям RECIST 1.1 у пациентов исследуемой и контрольной групп.

Figure 7. Tumor response to treatment according to RECIST 1.1 criteria in patients in the study and control groups.

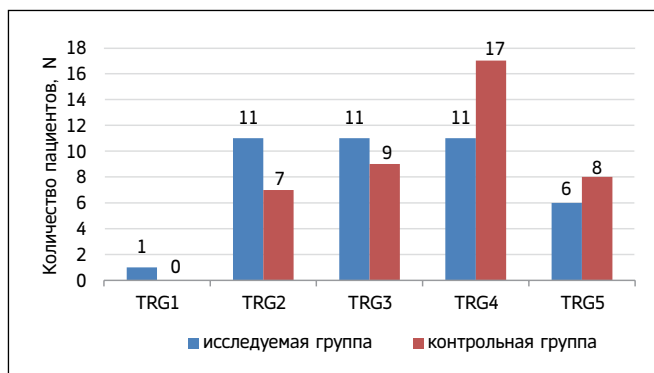


Рисунок 8. Лечебный патоморфоз опухоли по шкале TRG у пациентов исследуемой и контрольной групп.

Figure 8. Therapeutic pathomorphosis of the tumor according to the TRG scale in patients of the study and control groups.

в группе контроля снизилась незначительно – 24 (57,1%) больных.

При предоперационном контрольном обследовании объемом кровотока в опухоли был $6,76 \pm 5,96$ мл/100 г в исследуемой группе и $11,74 \pm 9,07$ мл/100 г в контрольной; статистически значимой разницы между группами до и после лечения не выявлено ($t = -0,391$, $p = 0,697$). Скорость кровотока снизилась в обеих группах (34,47 [IQR 16,19;70,00] и 37,9 [IQR 20;70,21]), различия незначимы ($U = 619$, $p = 0,058$). После лечения показатель проницаемости сосудистой стенки был значимо ниже в исследуемой группе (7,82 [IQR 3,04;16,35]) по сравнению с контролем (15,84 [IQR 9,00;20,5]; $U = 574$, $p = 0,02$). Среднее время транзита крови в опухоли желудка увеличилось в обеих группах и составило 17,16 с [IQR 7,32;26,23] в исследуемой и 18 с [IQR 9,46;28] в контрольной ($U = 804$, $p = 0,88$) (рисунок 6).

МСКТ с целью оценки ответа на лечение была проведена всем пациентам из группы контроля и 41 пациенту из основной группы: одному пациенту из основной группы после третьего цикла неoadьювантной ПХТ было диагностировано прогрессирование заболевания с поражением плевры, выполнена смена режима лекарственного лечения. Полный ответ зарегистрирован у 2,4%, частичный – у 46,3%, стабилизация – у 48,8% пациентов основной группы. В контроле полный ответ отсутствовал, частичный – у 40,5%, стабилизация – у 57,1%. Прогрессирование выявлено у 2,4% и 2,38% соответственно. Статистически значимой разницы между группами по критериям RECIST 1.1 не выявлено ($\chi^2 = 2,299$; $p = 0,513$) (рисунок 7).

Период лечения		Исследуемая группа	Контрольная группа	p-value
Лейкопения после 1 цикла ХТ, чел.	1-2 ст.	12 (28,6%)	15 (35,7%)	0,097
	3-4 ст.	5 (11,9%)	7 (16,6%)	
Лейкопения после 2 цикла ХТ, чел.	1-2 ст.	7 (16,6%)	12 (28,5%)	0,003
	3-4 ст.	4 (9,5%)	13 (30,9%)	
Лейкопения после 3 цикла ХТ, чел.	1-2 ст.	12 (28,6%)	8 (19%)	0,465
	3-4 ст.	6 (14,3%)	8 (19%)	
Лейкопения после 4 цикла ХТ, чел.	1-2 ст.	15 (35,7%)	15 (35,7%)	0,154
	3-4 ст.	3 (7,1%)	4 (9,5%)	

Таблица 2. Показатели лейкопении у пациентов исследуемой и контрольной групп

Table 2. Leukopenia rates in patients in the study and control groups

При гистологическом исследовании операционного материала оценивались данные по 40 пациентам основной группы и 41 пациенту группы контроля. Полный патоморфоз (TRG1) выявлен у 2,5% пациентов основной группы, в контрольной группе отсутствовал. В основной группе показатели TRG2–TRG4 были у 27,5%, TRG5 – у 15%. В контроле TRG2 – 17%, TRG3 – 22%, TRG4 – 41,5%, TRG5 – 19,5%. Межгрупповая разница по шкале TRG оказалась статистически значимой ($U = 589,5$; $p = 0,022$) (рисунок 8).

Оценка безопасности комбинированного подхода. Предоперационное системное лечение по схеме FLOT в полном объеме не завершили 3 (7%) пациента из исследуемой группы по следующим причинам: прогрессирование заболевания (вторичное поражение легких, канцероматоз плевры) – 1 (2,4%) пациент, нефротоксичность – 1 (2,4%) пациент, декомпенсация опухолевого стеноза – 1 (2,4%) пациент. Показатели лейкопении у пациентов исследуемой и контрольной группы приведены в таблице 2.

Двум пациентам из группы контроля с декомпенсацией опухолевого стеноза желудка было проведено 3 цикла предоперационного лекарственного лечения, одному – 2 цикла. Всем четырем пациентам, завершившим предоперационную химиотерапию по причине гематологических осложнений, было проведено по 3 цикла лекарственного лечения (рисунок 9).

Показатели токсичности проводимого лечения приведены в таблице 3.

Осложнения процедуры ЭФДТ оценивались только у пациентов исследуемой группы. Системная фототоксичность определялась у 5 (11,9%) пациентов после первого сеанса и у 7 (16,7%) пациентов после второго сеанса фотодинамической терапии. Офтальмологическая токсичность определялась у 8 (19%) пациентов после первого сеанса фотодинамической терапии и у 12 (28,6%) пациентов после второго сеанса.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о том, что комбинированное лечение пациентов с местнораспространенным РЖ, осложненным субкомпенсированным опухолевым стенозом, на этапе предоперационного лечения показало свое преимущество по показателям эффективности и безопасности над стандартным лечением.

■ ОБСУЖДЕНИЕ

В настоящем исследовании продемонстрирована высокая эффективность и безопасность ЭФДТ с использованием ФС Хлорин Е6 у пациентов с местнораспространенным



Рисунок 9. Количество пациентов, получавших системное лечение на неоадьювантном этапе.

Figure 9. Number of patients receiving systemic treatment on the neoadjuvant stage.

Показатель	Исследуемая группа (N=42)	Контрольная группа (N=42)	Статистический показатель	p-value
Фебрильная нейтропения	2 (4,8%)	4 (9,5%)	$\chi^2 = 0,718$	0,397
Инфекционные осложнения	20 (47,6%)	25 (59,5%)	$\chi^2 = 1,197$	0,274
Стоматиты	12 (28,6%)	19 (45,2%)	$\chi^2 = 2,505$	0,113
Кандидоз пищевода	5 (11,9%)	4 (9,5%)	$\chi^2 = 0,124$	0,724
Острый цистит	7 (16,7%)	8 (19%)	$\chi^2 = 0,081$	0,776
Диарея	11 (26,2%)	21 (50%)	$\chi^2 = 5,048$	0,025
Полинейропатия	8 (19%)	11 (26,2%)	$\chi^2 = 0,612$	0,434
Задержка цикла химиотерапии	14 (33,3%)	24 (57,1%)	$\chi^2 = 4,805$	0,028
Применение Филграстима (стимулятор лейкопоза)	12 (28,6%)	22 (52,4%)	$\chi^2 = 4,914$	0,026

Таблица 3. Показатели токсичности у пациентов исследуемой и контрольной групп

Table 3. Toxicity indicators in patients of the study and control groups

РЖ, осложненным субкомпенсированным опухолевым стенозом. Полученные данные коррелируют с результатами зарубежных и отечественных исследований, указывающих на перспективность ФДТ в комплексном лечении злокачественных опухолей желудка.

Аналогичные выводы по применению ФДТ у больных РЖ были представлены в работе T. Oinuma (2016), в которой метод показал себя безопасным и эффективным в лечении ранних стадий рака желудка, не только внутрислизистого, но и подслизистого типа. [17], что подтверждает достаточную глубину проникновения излучения. Мета-анализ В. Chen (2018) и соавт. показал, что ФДТ является эффективным методом лечения диссеминированных и местнораспространенных форм рака желудка, в том числе в сочетании с химиотерапией, повышая ее эффективность и увеличивая показатели общей выживаемости [18].

Ограничение исследования. В настоящем исследовании отсутствуют данные о долгосрочных онкологических исходах. Необходимы рандомизированные и проспективные исследования для определения влияния ФДТ на выживаемость и качество жизни пациентов с РЖ.

■ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование комбинации эФДТ с Хлорин Е6 в дозе 1 мг/кг массы тела больного с периоперационной ПХТ по схеме FLOT на предоперационном этапе у больных с местнораспространенным РЖ, осложненным субкомпенсированным опухолевым стенозом, показал свое преимущество над стандартным лечением по показателям эффективности: времени эвакуации суспензии бариевой взвеси из желудка (12 IQR [7;16] против 17 IQR [12;20], $p=0,003$), клинической оценке опухолевого стеноза, $p=0,010$, наличию саркопении (39% против 57,1%, $p=0,032$), нутритивному статусу (35,58% против 52,38%), $p=0,009$, индексу массы тела ($25,31 \pm 8,53$ против $23,53 \pm 5,6$), перфузионным показателям опухоли (проницаемость сосудистой стенки (мл/100г/мин) 7,824 IQR [3,042;16,350] против 15,840 IQR [9,002;20,5], $p=0,02$, проницаемость сосудистой стенки в зоне опухоли $10,9 \pm 12,3$, $p=0,011$), лечебному патоморфозу, $p=0,022$) и безопасности: задержке очередного цикла лекарственного лечения (33,3% против 57,1%), $p=0,028$, использованию препарата стимулятора лейкопоза (28,6% против 52,4%).

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ	ADDITIONAL INFORMATION
Этическая экспертиза. Исследование одобрено ЛЭК ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Минздрава России (протокол № 224 от 25.11.2019).	Ethical Approval Statement. The study was approved by the LEC of the First Saint Petersburg State Medical University named after Academician I.P. Pavlov of the Ministry of Health of the Russian Federation (protocol No. 224 dated November 25, 2019).
Согласие на публикацию. Все участники исследования подписывали добровольное информированное согласие.	Consent for publication. All study participants signed a written informed consent form.
Источник финансирования. Работа выполнена по инициативе авторов без привлечения финансирования.	Study funding. The study was the authors' initiative without external funding.
Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с содержанием настоящей статьи.	Conflict of interest. The authors declare that there are no obvious or potential conflicts of interest associated with the content of this article.
Участие авторов. Свечкова А.А.: статистическая обработка материала, написание текста статьи, интерпретация результатов. Хамид А.Х.: разработка концепции научной работы, критический пересмотр и правка черновика статьи, утверждение публикуемой версии статьи. Захаренко А.А.: анализ научной работы, критический пересмотр с внесением ценного интеллектуального содержания. Все авторы одобрили финальную версию статьи перед публикацией, выразили согласие нести ответственность за все аспекты работы, подразумевающую надлежащее изучение и решение вопросов, связанных с точностью или добросовестностью любой части работы.	Contribution of individual authors. Svecchkova A.A.: statistical analysis of the material, writing of the article, interpretation of the results. Khamid A.Kh.: development of the research paper concept, critical revision and editing of the draft article, approval of the published version of the article. Zakharenko A.A.: analysis of the research paper, critical revision with the introduction of valuable intellectual content. The authors gave their final approval of the manuscript for submission, and agreed to be accountable for all aspects of the work, implying proper study and resolution of issues related to the accuracy or integrity of any part of the work.
Оригинальность. При создании настоящей работы авторы не использовали ранее опубликованные сведения (текст, иллюстрации, данные).	Statement of originality. No previously published material (text, images, or data) was used in this work.
Доступ к данным. Редакционная политика в отношении совместного использования данных к настоящей работе не применима.	Data availability statement. The editorial policy regarding data sharing does not apply to this work.
Генеративный искусственный интеллект. При создании настоящей статьи технологии генеративного искусственного интеллекта не использовали.	Generative AI. No generative artificial intelligence technologies were used to prepare this article.
Рассмотрение и рецензирование. Настоящая работа подана в журнал в инициативном порядке и рассмотрена по обычной процедуре. В рецензировании участвовали 2 внешних рецензента.	Provenance and peer review. This paper was submitted unsolicited and reviewed following the standard procedure. The peer review process involved 2 external reviewers.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Sung H, Ferlay J, Siegel RL, et al. Global Cancer Statistics 2020: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries. *CA Cancer J Clin.* 2021;71(3):209-249. DOI: 10.3322/caac.21660
- Patel AK, Sethi NS, Park H. Gastric Cancer: A Review. *JAMA.* 2026;335(5):439-450. DOI: 10.1001/jama.2025.20034
- Tarasov SA, Yartsev PA, Rogal MM, Aksenova SO. Complicated gastric cancer and modern treatment approaches. *Pirogov Russian Journal of Surgery.* 2024;(4):125-140. [Тарасов С.А., Ярцев П.А., Роголь М.М., Аксенова С.О. Осложненные формы рака желудка – современные подходы к лечению. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова.* 2024;(4):125-140]. DOI: <https://doi.org/10.17116/hirurgia2024041125>
- Shabunin AV, Lebedev SS, Chechenin GM, et al. Metal self-expanding stents for malignant obstruction of stomach outlet and duodenum. *Pirogov Russian Journal of Surgery.* 2017;(8):47-50. [Шабунин А.В., Лебедев С.С., Чеченин Г.М., и др. Опыт применения металлических саморасширяющихся стентов при злокачественной обструкции выходного отдела желудка и двенадцатиперстной кишки. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова.* 2017;(8):47-50]. DOI: <https://doi.org/10.17116/hirurgia2017847-50>
- Kim JJ, Lee JH, Jung HY, et al. EMR for early gastric cancer in Korea: a multicenter retrospective study. *Gastrointest Endosc.* 2007;66(4):693-700. DOI: 10.1016/j.gie.2007.04.013
- Kwee RM, Kwee TC. Modern imaging techniques for preoperative detection of distant metastases in gastric cancer. *World J Gastroenterol.* 2015;21(37):10502-10509. DOI: 10.3748/wjg.v21.i37.10502
- Chen XJ, Chen GM, Wei YC, et al. Palliative Gastrectomy versus Gastrojejunostomy for advanced Gastric cancer with outlet obstruction: a propensity score matching analysis. *BMC Cancer.* 2021;21(1):188. DOI: 10.1186/s12885-021-07904-7
- Chua YJ, Cunningham D. The UK NCRI MAGIC trial of perioperative chemotherapy in resectable gastric cancer: implications for clinical practice. *Ann Surg Oncol.* 2007;14(10):2687-2690. DOI: 10.1245/s10434-007-9423-7
- Wang H, Ewete MP, Ma C, et al. The "Light Knife" for Gastric Cancer: Photodynamic Therapy. *Pharmaceutics.* 2022;15(1):101. DOI: 10.3390/pharmaceutics15010101
- Zhu J, Wang Y, Xu B, et al. Photodynamic therapy may salvage chemotherapy failure in gastric cancer: A case report and a literature review. *Photodiagnosis Photodyn Ther.* 2024;46:104038. DOI: 10.1016/j.pdpdt.2024.104038
- Sokolov DV, Bulycheva IV, Pravednikov PA, Makhson AN, Sokolov VV. A case of successful photodynamic therapy for early gastric cancer. *P.A. Herzen Journal of Oncology.* 2013;2(1):54-55. [Соколов Д.В., Бulycheva И.В., Праведников П.А., Махсон А.Н., Соколов В.В. Наблюдение успешной фотодинамической терапии при раннем раке желудка. *Онкология. Журнал им. П.А. Герцена.* 2013;2(1):54-55]. URL: <https://www.mediasphera.ru/issues/onkologiya-zhurnal-im-p-a-gercena/2013/1/032305-218X2013111>
- Zakharenko AA, Khamid AKh, Svecchkova AA, et al. The use of endoscopic photodynamic therapy in combined treatment of gastric cancer (review of literature). *Grekov's Bulletin of Surgery.* 2022;181(4):80-87. [Захаренко А.А., Хамид А.Х., Свечкова А.А., и др. Применение эндоскопической фотодинамической терапии в комплексном лечении злокачественных новообразований желудка (обзор литературы). *Вестник хирургии имени И.И. Грекова.* 2022;181(4):80-87]. DOI: 10.24884/0042-4625-2022-181-4-80-87
- Zakharenko AA, Svecchkova AA. Combined treatment of patients with locally advanced outlet obstructive gastric cancer: protocol of a pilot clinical trial. *Medline.ru.* 2023;25(5):1-15. [Захаренко А.А., Свечкова А.А. Комбинированное лечение пациентов с местнораспространенным раком желудка, осложненным субкомпенсированным опухолевым стенозом: протокол пилотного клинического исследования. *Медлайн.ру.* 2023;25(5):1-15]. URL: <https://medline.ru/public/art/tom25/art1.html>
- Svecchkova AA, Khamid AKh, Vovin KN, Zakharenko AA. Combined treatment of patients with locally advanced gastric cancer complicated by subcompensated stenosis: interim results of a clinical study. *Medline.ru.* 2025;26:96-122. [Свечкова А.А., Хамид А.Х., Вовин К.Н., Захаренко А.А. Комбинированное лечение пациентов с местнораспространенным раком желудка, осложненным субкомпенсированным стенозом: промежуточные результаты клинического исследования. *Medline.ru.* 2025;26:96-122]. URL: <https://www.medline.ru/public/art/tom26/art5.html>
- Pogartseva YuA, Kaukhova IE. Obtaining and standardization of experimental batches of "Photoran E6, lyophilizate for the preparation of solution for infusions", a drug for photodynamic therapy using hogweed leaves as raw materials. *Problems of biological, medical and pharmaceutical chemistry.* 2024;27(7):11-15. [Погарцева Ю.А., Каухова И.Е. Получение и стандартизация опытных партий лекарственного препарата для фотодинамической терапии «Фоторан Е6, лиофилизат для приготовления раствора для инфузий» с использованием в качестве сырья листьев борщевика. *Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии.* 2024;27(7):11-15]. DOI: 10.29296/25877313-2024-07-02
- Svecchkova AA, Zakharenko AA, Khamid AKh, et al. Method of combined treatment for patients with locally advanced gastric cancer complicated by subcompensated tumor stenosis. Patent RUS №2828409 / 11.10.2024]. (In Russ.). [Свечкова А.А., Захаренко А.А., Хамид А.Х., и др. Способ комбинированного лечения пациентов с местнораспространенным раком желудка, осложненным субкомпенсированным опухолевым стенозом. Патент РФ на изобретение №2828409 от 11.10.2024]. URL: <https://patent.ru/patent/RU2828409C1.pdf>
- Oinuma T, Nakamura T, Nishiwaki Y. Report on the National Survey of Photodynamic Therapy (PDT) for Gastric Cancer in Japan (a secondary publication). *Laser Ther.* 2016;25(2):87-98. DOI: 10.5978/islsm.16-OR-06
- Chen B, Xiong L, Chen WD, et al. Photodynamic therapy for middle-advanced stage upper gastrointestinal carcinomas: A systematic review and meta-analysis. *World J Clin Cases.* 2018;6(13):650-658. DOI: 10.12998/wjcc.v6.i13.650

Анализ результатов применения нового подхода к преабилитации пациентов при тотальном эндопротезировании коленного сустава

Г.П. Котельников, А.В. Колсанов, Д.С. Кудашев, О.И. Мосеев,
С.Д. Зуев-Ратников, А.А. Шишкина, Д.А. Долгушкин
ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет»
Минздрава России (Самара, Российская Федерация)

Аннотация

Цель: провести анализ результатов применения нового подхода к преабилитации пациентов при тотальном эндопротезировании коленного сустава (ТЭКС).

Материал и методы. В исследование были включены 33 пациента с остеоартрозом (ОА) коленного сустава III–IV стадий по классификации Kellgren & Lawtence. За 4 недели до операции пациенты прошли комплексное обследование, включавшее клинический осмотр, шкалы-опросники (WOMAC, KOOS, ВАШ), двигательные тесты (2MWT, TUG) и электронейромиографию четырехглавой, двуглавой мышц бедра и икроножной мышцы. На основе выявленного ведущего синдрома ОА больные были стратифицированы на три подгруппы в зависимости от верифицированного фенотипа (хронической боли, воспалительных и биомеханических нарушений). В соответствии с разработанным нами подходом к преабилитации пациентов при ТЭКС каждой подгруппе пациентов был назначен индивидуальный комплекс, включавший как общие мероприятия для всех больных, так и специфические процедуры для каждой подгруппы.

Результаты. Анализ результатов за 72 часа до операции и через 72 часа, 4 и 12 недель после ТЭКС продемонстрировал, что в дооперационном периоде пациенты достигли статистически значимых улучшений в виде снижения баллов по шкале WOMAC до 38,0 (37,0; 39,0), уменьшения боли по ВАШ до 6,0 (5,0; 6,0) балла и увеличения показателей двигательной активности обследуемых мышц. В послеоперационном периоде на сроке наблюдения 12 недель после ТЭКС отмечали полноценное клинико-функциональное восстановление, подтверждаемое результатами по шкалам-опросникам WOMAC, ВАШ, тесту 2MWT: 15,0 (14,0; 17,0) балла, 1,0 (0,0; 1,0) балла, 154,06 ± 11,73 метра соответственно.

Выводы. Разработанный подход к преабилитации обеспечивает статистически значимое улучшение клинико-функционального состояния пациентов как в до-, так и в послеоперационном периодах при ТЭКС.

Ключевые слова: тотальное эндопротезирование, коленный сустав, остеоартроз, преабилитация, удовлетворенность, качество жизни.

Конфликт интересов: не заявлен.

Для цитирования:

Котельников Г.П., Колсанов А.В., Кудашев Д.С., Мосеев О.И., Зуев-Ратников С.Д., Шишкина А.А., Долгушкин Д.А. Анализ результатов применения нового подхода к преабилитации пациентов при тотальном эндопротезировании коленного сустава. *Наука и инновации в медицине*. 2026;11(2):144-150.
DOI: <https://doi.org/10.35693/SIM702187>

Сведения об авторах

Котельников Г.П. – академик РАН, д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и экстремальной хирургии имени академика РАН А.Ф. Краснова.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7456-6160>

E-mail: g.p.kotelnikov@samsmu.ru

Колсанов А.В. – член-корр. РАН, д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой оперативной хирургии и топографической анатомии.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4144-7090>

E-mail: a.v.kolsanov@samsmu.ru

Кудашев Д.С. – д-р мед. наук, доцент, профессор кафедры травматологии, ортопедии и экстремальной хирургии имени академика РАН А.Ф. Краснова.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8002-7294>

E-mail: d.s.kudashhev@samsmu.ru

Мосеев Олег Игоревич – аспирант кафедры травматологии, ортопедии и экстремальной хирургии имени академика РАН А.Ф. Краснова.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-6821-7035>

E-mail: o.i.moseev@samsmu.ru

Зуев-Ратников С.Д. – канд. мед. наук, доцент, доцент кафедры травматологии, ортопедии и экстремальной хирургии имени академика РАН А.Ф. Краснова.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6471-123X>

E-mail: stenocardia@mail.ru

Шишкина А.А. – канд. мед. наук, доцент, заведующая кафедрой медицинской реабилитации, спортивной медицины, физиотерапии и курортологии.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0586-8039>

E-mail: a.a.shishkina@samsmu.ru

Долгушкин Д.А. – канд. мед. наук, доцент, доцент кафедры травматологии, ортопедии и экстремальной хирургии имени академика РАН А.Ф. Краснова.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3681-5044>

E-mail: d.a.dolgushkin@samsmu.ru

*Автор для переписки

Список сокращений

ТЭКС – тотальное эндопротезирование коленного сустава; ОА – остеоартроз; ОТП – обогащенная тромбоцитами плазма; АСВФ – аутологичная стромально-васкулярная фракция; АККМ – аутоклетки красного костного мозга; ЭНМГ – электронейромиография; ВАШ – визуальная аналоговая шкала.

Получено: 04.02.2026

Одобрено: 20.02.2026

Опубликовано: 20.03.2026

Analysis of the results of applying a new approach to the prehabilitation of patients with total knee replacement

Gennadii P. Kotelnikov, Aleksandr V. Kolsanov, Dmitrii S. Kudashev, Oleg I. Moseev,
Sergei D. Zuev-Ratnikov, Anna A. Shishkina, Dmitrii A. Dolgushkin
Samara State Medical University (Samara, Russian Federation)

Abstract

Aim: to analyze the results of applying a new approach to the prehabilitation of patients with total knee arthroplasty (TKA).

Material and methods. The study included 33 patients with knee osteoarthritis of stages III–IV according to the classification of Kellgren & Lawrence. 4 weeks before the operation, the patients underwent a comprehensive examination, which included a clinical examination, scales (WOMAC, KOOS, VAS), motor tests (2MWT, TUG)

and electroneuromyography (ENMG) of the quadriceps, biceps femoris and calf muscles. Based on the identified leading OA syndrome, patients were stratified into three subgroups depending on the verified phenotype (chronic pain, inflammatory, and biomechanical disorders).

Results. An analysis of the results 72 hours before surgery and 72 hours, 4 and 12 weeks after TKA, showed that in the preoperative period, patients achieved statistically significant improvements in the form of a decrease in WOMAC

scores to 38.0 (37.0; 39.0), a decrease in VAS pain to 6.0 (5.0; 6.0) points and an increase in motor activity of the examined muscles. In the postoperative period, at a follow-up period of 12 weeks after TKA, a full-fledged clinical and functional recovery was noted, confirmed by the results of the WOMAC, VAS, and 2MWT questionnaire scales: 15.0 (14.0; 17.0) points, 1.0 (0.0; 1.0) points, 154.06 ± 11.73 meters, respectively.

Conclusion. The developed approach to prehabilitation provides a significant improvement in the clinical and functional condition of patients both in the pre- and postoperative periods during knee replacement.

Keywords: total knee arthroplasty, knee joint, osteoarthritis, prehabilitation, satisfaction, quality of life.

Conflict of interest: nothing to disclose.

Citation

Kotelnikov GP, Kolsanov AV, Kudashev DS, Moseev OI, Zuev-Ratnikov SD, Shishkina AA, Dolgushkin DA. **Analysis of the results of applying a new approach to the prehabilitation of patients with total knee replacement.** *Science and Innovations in Medicine.* 2026;11(2):144-150. DOI: <https://doi.org/10.35693/SIM702187>

Information about authors

Gennadii P. Kotelnikov – MD, Academician of the Russian Academy of Sciences, Dr. Sci. (Medicine), Professor, Head of the Department of Traumatology, Orthopedics and Extreme Surgery named after Academician of the RAS A.F. Krasnov.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7456-6160>
E-mail: g.p.kotelnikov@samsmu.ru

Aleksandr V. Kolsanov – MD, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Dr. Sci. (Medicine), Professor, Head of the Department of Operative Surgery and Topographic Anatomy.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4144-7090>
E-mail: a.v.kolsanov@samsmu.ru

Dmitrii S. Kudashev – MD, Dr. Sci. (Medicine), Associate professor, Professor of the Department of Traumatology, Orthopedics and Extreme Surgery named after Academician of the RAS A.F. Krasnov.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8002-7294>
E-mail: d.s.kudashev@samsmu.ru

***Oleg I. Moseev** – postgraduate student at the Department of Traumatology, Orthopedics and Extreme Surgery named after Academician of the RAS A.F. Krasnov.
ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-6821-7035>
E-mail: o.i.moseev@samsmu.ru

Sergei D. Zuev-Ratnikov – MD, Cand. Sci. (Medicine), Associate professor, Associate professor of the Department of Traumatology, Orthopedics and Extreme Surgery named after Academician of the RAS A.F. Krasnov.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6471-123X>
E-mail: stenocardia@mail.ru

Anna A. Shishkina – MD, Cand. Sci. (Medicine), Associate professor, Head of the Department of Medical Rehabilitation, Sports Medicine, Physiotherapy and Balneology.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0586-8039>
E-mail: a.a.shishkina@samsmu.ru

Dmitrii A. Dolgushkin – MD, Cand. Sci. (Medicine), Associate professor, Associate professor of the Department of Traumatology, Orthopedics and Extreme Surgery named after Academician of the RAS A.F. Krasnov.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3681-5044>
E-mail: d.a.dolgushkin@samsmu.ru

*Corresponding author

Received: 04.02.2026

Accepted: 20.02.2026

Published: 20.03.2026

ВВЕДЕНИЕ

Тотальное эндопротезирование коленного сустава (ТЭКС) является одним из наиболее значительных достижений оперативной ортопедии XX века. При этом частота выполнения оперативных вмешательств по эндопротезированию коленного сустава ежегодно увеличивается, что связано как с научными достижениями в области создания имплантов коленного сустава и повышением квалификации хирургов, так и с растущим числом пациентов, нуждающихся в подобного рода операциях [1, 2].

Наиболее частым показанием к выполнению ТЭКС является остеоартроз (ОА) коленного сустава III и IV стадии по классификации Kellgren & Lawtence, проявляющийся выраженным болевым синдромом и существенным снижением функции пораженного сустава. Согласно данным Global Burden of Disease, ОА коленного сустава страдают около 595 млн человек во всем мире, и, по прогнозам специалистов, к 2050 году количество пациентов с данным заболеванием существенно увеличится [3, 4].

Проведение ТЭКС должно обеспечивать быстрое купирование болевого синдрома, восстановление биомеханики пораженного сустава и проведение бытовой и профессиональной реабилитации пациентов в короткие сроки после операции. Однако, по данным научной литературы, от 15 до 25% пациентов не удовлетворены результатами ТЭКС, так как испытывают болевые ощущения, дискомфорт и ограничение движений в оперированном суставе, даже при корректном позиционировании компонентов эндопротеза и отсутствии признаков их нестабильности [5, 6].

Одним из важнейших факторов, обуславливающих данную ситуацию, является функциональная недостаточность периартикулярных структур, коррелирующая со степенью выраженности деструктивно-дистрофического поражения сустава в дооперационном периоде и выражающаяся в виде нарушений динамического стереотипа походки, формирования контрактур, развития хронического периартикулярного тендинита и лигаментита в до- и послеоперационном периодах [7].

В последние годы все больше внимание травматологов-ортопедов и врачей физической и реабилитационной медицины привлекает преабилитация, представляющая собой комплекс лечебных мероприятий, направленных на дооперационную коррекцию клинико-функциональных нарушений нижних конечностей и повышение функциональных резервов пациента перед хирургическим вмешательством. Разработка и применение лечебных комплексов преабилитации, а также исследование ее влияния на результаты оперативного лечения пациентов при ТЭКС становится крайне актуальным направлением в разделе эндопротезирования суставов конечностей [8].

На сегодняшний день опубликовано несколько зарубежных систематических обзоров и метаанализов, интегрирующих данные о влиянии преабилитации на результаты оперативного лечения пациентов после ТЭКС. Все они убедительно демонстрируют, что преабилитация способствует более ранней послеоперационной активизации и вертикализации, снижению риска осложнений, ускорению восстановления и сокращению времени пребывания пациентов в стационаре. Одним из ключевых выводов, который последовательно подтверждается в проанализированных систематических обзорах, является положительное влияние преабилитации на раннее послеоперационное восстановление функции коленного сустава. Это проявляется в улучшении показателей мышечной силы четырехглавой мышцы бедра, скорости ходьбы и способности к самостоятельному передвижению в первые недели и месяцы после операции [9, 10].

Важным аспектом, который часто становится предметом отдельного анализа, является влияние преабилитации на болевой синдром и прием анальгетиков. Послеоперационная боль является одним из основных факторов, замедляющих активизацию пациента и увеличивающих риск осложнений. Исследования в этой области показывают не столь однозначные, но в целом положительные результаты, состоящие в уменьшении степени выраженности болевого синдрома после операции [11, 12].

Особый интерес представляет анализ применения мультимодальных программ преабилитации, которые, помимо кинезиотерапии и физиолечения, включают в себя диетотерапию, психологическое консультирование и образовательные компоненты [13].

Еще одним важным практическим вопросом, который поднимается в специализированной литературе, является определение оптимальной продолжительности, интенсивности и комбинации методик преабилитации. Несмотря на большое количество данных зарубежной литературы, демонстрирующих положительный эффект преабилитации, на сегодняшний день до конца не определено, существует ли значительная корреляция между применением преабилитации и улучшением клинического состояния, функциональных показателей оперированной конечности и качества жизни пациента после проведения ТЭКС [14].

Также остаются неясными наиболее эффективная комбинация и длительность проведения преабилитации. Кроме того, существующие методики преабилитации не учитывают индивидуальные особенности пациентов и фенотипическую принадлежность выявленного ОА коленного сустава, что снижает эффективность преабилитационных мероприятий [15, 16].

В отечественной литературе данная проблематика остается недостаточно изученной, о чем свидетельствует сравнительно небольшое количество научных публикаций, посвященных проведению этапа преабилитации перед эндопротезированием крупных суставов нижних конечностей [17].

В связи с этим разработка и внедрение нами в клиническую практику нового подхода к преабилитации пациентов при ТЭКС, включающего комплекс преабилитации при эндопротезировании коленного сустава¹ и программный продукт «Программа для определения индивидуального комплекса преабилитации при эндопротезировании коленного сустава»², являются актуальной и перспективной задачей современной травматологии и ортопедии.

■ ЦЕЛЬ

Провести анализ результатов применения нового подхода к преабилитации пациентов при ТЭКС.

■ МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Дизайн исследования соответствовал проспективному одностороннему клиническому исследованию. В исследование были включены 33 пациента с ОА коленного сустава III и IV стадий по классификации Kellgren & Lawtence, которым перед проведением ТЭКС был выполнен разработанный нами комплекс преабилитации. Преабилитацию и хирургическое лечение всех пациентов проводили в период с 2023 по 2025 гг. на базе травматолого-ортопедического отделения №2 и Центра комплексной реабилитации Клиник ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России.

Критерии включения пациентов в исследование: пол – любой; возраст – от 18 до 70 лет; верифицированный ОА коленного сустава III и IV стадий по классификации Kellgren & Lawtence и верифицированный ОА коленного

сустава I и II стадий по классификации Kellgren & Lawtence контрлатеральной конечности; межлодыжечное расстояние ≤ 8 см (для вальгусной деформации); межмышцелковое расстояние ≤ 8 см (для варусной деформации); укорочение нижней конечности ≤ 2 см; ИМТ ≤ 35 кг/м²; индекс активности в повседневной жизни (индекс Бартела) > 65 баллов; отсутствие стадии обострения и/или декомпенсации сопутствующих хронических инфекционных и неинфекционных заболеваний; отсутствие в анамнезе немедикаментозного лечения в виде ЛФК и/или физиотерапии, проведенного не позднее чем за 3 месяца до начала комплекса преабилитации; отсутствие в анамнезе медикаментозного лечения в виде пара- и интраартикулярного введения хондопротекторов, гиалуроновой кислоты, глюкокортикостероидов, обогащенной тромбоцитами плазмы (ОТП), аутологичной стромально-васкулярной фракции (АСВФ) и аутоклеток красного костного мозга (АККМ), проведенного не позднее чем за месяц до начала комплекса преабилитации; отсутствие в анамнезе предшествующих операций на пораженном коленном суставе или травмы, указывающих на вторичный характер ОА.

Критерии не включения пациентов в исследование: возраст младше 18 лет или старше 70 лет; укорочение нижней конечности > 2 см; межлодыжечное расстояние > 8 см (для вальгусной деформации); межмышцелковое расстояние > 8 см (для варусной деформации); наличие в анамнезе немедикаментозного лечения в виде ЛФК и/или физиолечения, проведенного не позднее чем за 3 месяца до начала комплекса преабилитации; наличие в анамнезе медикаментозного лечения в виде пара- и интраартикулярного введения хондопротекторов, гиалуроновой кислоты, глюкокортикостероидов, ОТП, АСВФ и АККМ, проведенного не позднее чем за месяц до начала комплекса преабилитации; наличие в анамнезе предшествующих операций на пораженном коленном суставе или травмы, указывающих на вторичный характер ОА; индекс активности в повседневной жизни (индекс Бартела) ≤ 65 баллов; алиментарно-конституциональное ожирение II степени и выше (ИМТ ≥ 35 кг/м²); наличие стадии обострения и/или декомпенсации инфекционных и неинфекционных сопутствующих хронических заболеваний.

В клиническую группу вошли 33 пациента, которым перед проведением хирургического вмешательства был применен разработанный нами комплекс преабилитации пациентов при эндопротезировании коленного сустава. Индивидуальный комплекс преабилитации при эндопротезировании коленного сустава мы определяли в зависимости от верифицированного фенотипа ОА с помощью специализированной программы.

Возраст больных, включенных в исследование, варьировал от 41 до 70 лет. Средний возраст пациентов, вошедших в исследование, составил $61 \pm 2,5$ года.

У всех пациентов рентгенологическая картина ОА коленного сустава соответствовала III и IV стадиям по классификации Kellgren & Lawtence и сопровождалась типичной для указанных стадий деструктивно-дистрофического поражения сустава клинической картиной. Болевой синдром, оценка которого по ВАШ составляла от 6

¹ Патент РФ на изобретение № 2844621 от 04.08.2025.

² Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2026610177 от 13.01.2026.

до 8 баллов как в покое, так и при механической нагрузке, присутствовал у всех пациентов. Сгибательная контрактура коленного сустава была выявлена у 5 (15%) пациентов, при этом амплитуда активных движений не превышала 90 градусов. Варусная деформация коленного сустава была определена у 18 (54%) пациентов, вальгусная деформация была зафиксирована у 7 (21%) больных. Признаки хронического синовита наблюдали у 17 (27%) пациентов. Дополнительное средство опоры и передвижения в виде трости использовали 16 (48%) пациентов. У всех больных наблюдали ОА контрлатерального коленного сустава I и II стадии по классификации Kellgren & Lawrence.

Комплекс преабилитации пациенты начинали за 4 недели до ТЭКС и завершали за 72 часа до хирургического вмешательства. Пациентам проводили комплексное клинко-функциональное обследование, которое включало в себя клинический осмотр, клинко-функциональную оценку с помощью специализированных шкал-опросников: ВАШ, WOMAC (Western Ontario and McMaster University Osteoarthritis Index), Knee injury and osteoarthritis outcome score (KOOS) – шкала оценки функционального состояния коленного сустава; двигательные тесты: 2MWT (Two Minute Walk Test) и TUG (Timed Up and Go), поверхностную функциональную электронейромиографию (ЭНМГ) четырехглавой и двуглавой мышц бедра и икроножной мышцы, рентгенологическое исследование, лабораторно-диагностические исследования (общеклинический и биохимический анализы крови, гемостазиограмма).

На основании результатов проведенного обследования у каждого пациента определяли ведущий синдром и соответствующий ему фенотип ОА, на основании которого больного относили к одной из следующих трех подгрупп.

Первая подгруппа – пациенты с выраженным болевым синдромом (фенотип хронической боли – chronic

pain) – была выделена на основании следующих критериев: жалобы на выраженный болевой синдром в области сустава в покое и стартовые суставные боли; оценка по ВАШ более 6 баллов; оценка по шкале KOOS в разделе «Боль» менее 50 баллов; оценка по шкале WOMAC более 38 баллов.

Во вторую подгруппу были включены пациенты с преобладанием воспалительного компонента (воспалительный фенотип – inflammatory mechanisms), у которых на фоне признаков хронического синовита пораженного сустава наблюдали изменения показателей общеклинического и биохимического анализов крови: лейкоцитоз более $10 \times 10^9/\text{л}$, СОЭ более 20 мм/час, С-реактивный белок более 8 мг/л, уровень фибриногена более 5 г/л.

Третью подгруппу составили пациенты с преобладанием ограничения амплитуды движений в пораженном коленном суставе (фенотип биомеханических нарушений – mechanical overload). Все пациенты данной подгруппы предъявляли жалобы на скованность в коленном суставе после пробуждения и после длительного состояния покоя. Оценка по шкале KOOS в разделе «Симптомы» составляла у них менее 50 баллов; оценка по шкале WOMAC более 38 баллов; результаты ЭНМГ *m. biceps femoris* – менее 25 мкВ, *m. rectus femoris* – менее 35 мкВ, *m. gastrocnemius* – менее 23 мкВ; результаты двигательных тестов: TUG – более 20 секунд и 2MWT – менее 100 м.

Необходимо подчеркнуть, что более половины пациентов (52%) относилось к первой подгруппе.

После распределения больных по подгруппам врач травматолог-ортопед назначал им разработанный комплекс преабилитации (рисунки 1, 2). Основу комплекса составляли общие для пациентов всех подгрупп мероприятия: курс активной механотерапии и дыхательной гимнастики, обучение пациентов технике ходьбы без опоры на оперированную конечность с использованием дополнительных средств опоры и передвижения (костыли, трость), освоения навыков повседневной активности (присаживание, подъем с постели, одевание), психологическое сопровождение и ортезирование. Кроме этого, в комплекс были включены

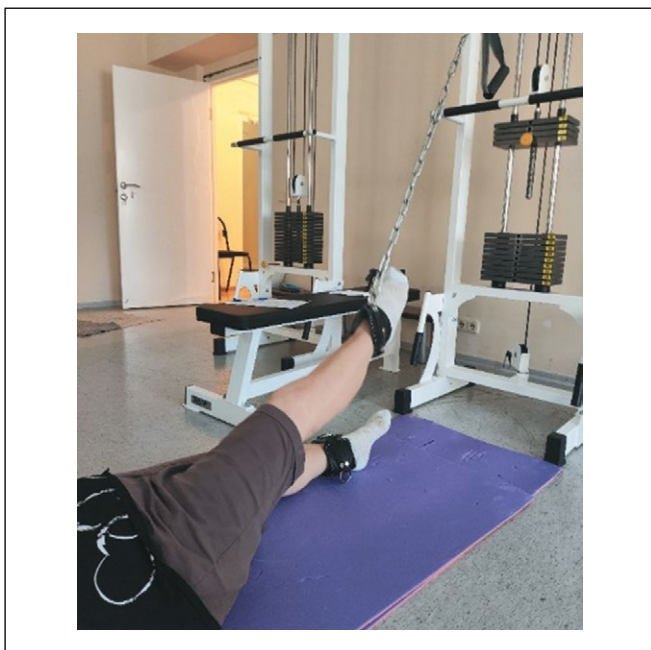


Рисунок 1. Выполнение пациентом физического упражнения – тяга одной ногой в исходном положении лежа на спине с отягощением 20 кг на блоковом тренажере.

Figure 1. The patient performs a physical exercise, deadlift with one leg in the starting position lying on the back, with a weight of 20 kg on a block simulator.



Рисунок 2. СМТ-терапия пораженного коленного сустава пациента первой подгруппы с помощью аппарата «Амплипультс-5» (Россия).

Figure 2. SMT therapy of the affected knee joint of a patient of the first subgroup using the Amplipulse-5 device (Russia).

специфичные лечебные процедуры, направленные на коррекцию ведущих клинично-функциональных нарушений в каждой подгруппе: в первой подгруппе – СМТ-терапия, кинезиотейпирование по технике «китайский фонарик»; во второй подгруппе – низкочастотная магнитотерапия, кинезиотейпирование W-тейпами; в третьей подгруппе – пассивная механотерапия, кинезиотейпирование по Y-технике.

Всем пациентам, включенным в исследование, выполняли ТЭКС заднестабилизованными эндопротезами (PS – posterior stabilized). В послеоперационном периоде им назначали анальгетическую и антикоагулянтную терапию, антибиотикопрофилактику и реабилитационные мероприятия в виде лечебной физкультуры и дыхательной гимнастики.

Оценку клинично-функционального состояния пациентов осуществляли за 72 часа до ТЭКС и через 72 часа, 4 и 12 недель после хирургического вмешательства. Для проведения оценки использовали результаты комплексного обследования, проводимого нами за 4 недели до ТЭКС, за исключением рентгенологического и лабораторно-диагностических исследований. Оценка за 72 часа до операции была связана с окончанием выполнения комплекса преабилитации и отражала клинично-функциональную и психологическую готовность пациента к хирургическому вмешательству. Срок наблюдения 72 часа после ТЭКС представлял собой завершение периода вертикализации и активизации пациентов в виде начала их ходьбы в пределах палаты с помощью костылей. Срок наблюдения 4 недели после операции соответствовал фазе купирования асептического воспаления интра- и параартикулярных тканей, разрешению их отека, переходу к фазе ремоделирования тканей в области оперированного сустава и позволял дать соответствующую указанным процессам оценку амплитуды движений в оперированном суставе, опороспособности конечности и интенсивности болевого синдрома. Оценка клинично-функционального состояния оперированного сустава и нижней конечности через 12 недель после хирургического лечения была проведена на этапе завершения ряда ключевых репаративных процессов структурного и функционального ремоделирования тканей оперированного сустава, выражавшемся в виде восстановления полноценного двигательного режима пациентов с возвращением их к бытовым и профессиональным активностям.

Первичной конечной точкой исследования являлся достигнутый через 12 недель после операции показатель шкалы-опросника WOMAC, отражающий клинично-функциональное восстановление пораженного сегмента опорно-двигательной системы. Вторичные конечные точки были определены в виде полученных результатов шкалы-опросника ВАШ и ЭНМГ четырехглавой, двуглавой мышц бедра и икроножной мышцы на двух послеоперационных сроках наблюдения – 72 часа и 4 недели после ТЭКС.

Статистическую обработку результатов проводили с помощью разработанной нами программы для ЭВМ «Программа для оценки результатов преабилитации при эндопротезировании коленного сустава»¹. Для проверки нормальности распределения данных последовательно использовали критерии Колмогорова – Смирнова, Шапиро – Уилка и при необходимости Андерсона – Дарлинга. Данные с нормальным распределением были представлены как $M \pm SD$ с 95% ДИ, и анализировали их с помощью t-критерия Стьюдента; для данных с распределением, отличным от нормального, использовали такие показатели, как медиана (Me) и квартили (Q1; Q3). Во всех тестах статистически значимыми считались различия при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Результаты оценки клинично-функционального состояния пациентов, проведенной за 4 недели и 72 часа до операции и через 72 часа, 4 и 12 недель после ТЭКС, представлены в **таблице 1**.

Исходное состояние пациентов, оценивавшееся за четыре недели до операции, было ассоциировано с выраженными клинично-функциональными нарушениями в виде наличия болевого синдрома, ограничения амплитуды движений в суставе и хронического синовита. Так, по шкале-опроснику WOMAC средний балл был $52,48 \pm 7,67$, а уровень боли по ВАШ составлял 7,0 (6,0; 7,0) балла. Функциональные тесты также подтверждали значительное ограничение двигательной активности: дистанция по результатам теста двухминутной ходьбы составляла 108,0 (96,0; 115,0) метра, а время выполнения теста «Встань и иди» – 14,01 (11,47; 16,37) секунды.

После проведения комплекса преабилитации, непосредственно за 72 часа до операции, было отмечено

Показатель		4 недели до операции	72 часа до операции	72 часа после операции	4 недели после операции	12 недель после операции
KOOS «Симптомы» (баллы)		51,0 (37,0;58,0)	54,0 (50,0;58,0)	52,29 ± 2,52	70,03 ± 3,79	74,48 ± 3,05
KOOS «Боль» (баллы)		49,0 (41,0;53,0)	51,0 (50,0;54,0)	53,0 (51,0;58,0)	69,0 (67,0;71,0)	75,81 ± 3,94
KOOS «Сложность выполнения бытовых действий» (баллы)		39,0 (36,0;49,0)	51,0 (50,0;54,0)	51,0 (50,0;52,0)	70,58 ± 2,84	75,23 ± 3,48
KOOS «Спорт и активность на отдыхе» (баллы)		5,0 (5,0;10,0)	10,0 (5,0;15,0)	10,0 (10,0;10,0)	70,0 (65,0;70,0)	75,0 (70,0;75,0)
KOOS «Оценка качества жизни» (баллы)		23,71 ± 7,48	47,0 (43,0;49,0)	34,0 (31,0;37,0)	73,0 (71,0;75,0)	78,10 ± 3,36
WOMAC (баллы)		52,48 ± 7,67	38,0 (37,0;39,0)	34,0 (31,0;37,0)	24,0 (23,0;26,0)	15,0 (14,0;17,0)
ВАШ (баллы)		7,0 (6,0;7,0)	6,0 (5,0;6,0)	5,0 (4,0;5,0)	4,0 (3,0;4,0)	1,0 (0,0;1,0)
2MWT (метры)		108,0 (96,0;115,0)	115,0 (110,0;122,0)	100,11 ± 19,87	142,68 ± 15,91	154,06 ± 11,73
TUG (секунды)		14,01 (11,47;16,37)	14,20 (11,32;16,58)	15,48 ± 3,71	10,19 ± 1,77	9,56 ± 1,55
ЭНМГ (mkV)	<i>m. biceps femoris</i>	29,91 ± 1,43	36,32 ± 2,15	32,06 ± 1,64	42,1 (40,8;42,7)	42,28 ± 2,55
	<i>m. rectus femoris</i>	40,66 ± 1,59	45,35 ± 1,77	41,05 ± 1,46	51,76 ± 1,68	60,1 (58,1;61,3)
	<i>m. gastrocnemius</i>	31,39 ± 1,33	40,1 (38,6;40,8)	36,2 (33,8;37,1)	45,31 ± 1,93	53,73 ± 2,14

Таблица 1. Результаты оценки клинично-функционального состояния пациентов на всех сроках наблюдения в до- и послеоперационном периодах

Table 1. Results of the assessment of the clinical and functional status of patients at all follow-up periods in the pre- and postoperative periods

¹Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025662976 от 23.05.2025 г.

статистически значимое улучшение клинико-функционального состояния пациентов. Показатель WOMAC снизился до 38,0 (37,0; 39,0) балла, что свидетельствовало о существенном уменьшении боли и улучшении функции сустава. Эту динамику подтверждало снижение уровня болевого синдрома по ВАШ, показатель которой был равен 6,0 (5,0; 6,0) балла. Особенно важным являлось увеличение показателей в разделе «Качество жизни» шкалы-опросника KOOS – с $23,71 \pm 7,48$ до $47,0$ (43,0; 49,0) балла, что отражало психоэмоциональную готовность пациентов к операции. Также было зафиксировано увеличение биоэлектрической активности обследуемых групп мышц нижней конечности по данным ЭНМГ: так, активность четырехглавой мышцы бедра возросла с $40,66 \pm 1,59$ до $45,35 \pm 1,77$ мкВ. Функциональная выносливость пациентов по данным теста 2MWT была увеличена до 115,0 (110,0; 122,0) метра. Эти изменения подтвердили формирование функционального резерва у пациентов в преддверии хирургического вмешательства.

Через 72 часа после ТЭКС, несмотря на ожидаемое после ТЭКС ухудшение клинико-функционального состояния пациентов в виде боли и отека в области оперированного сустава, показатели были статистически значимо лучше, чем исходные данные перед началом комплекса преабилитации. Значение WOMAC составило 34,0 (31,0; 37,0) балла. Интенсивность болевого синдрома по ВАШ была на уровне 5,0 (4,0; 5,0) балла. Наиболее заметным на данном сроке наблюдения являлся результат теста 2MWT, по итогам которого пациенты за 2 минуты ходьбы проходили в среднем $100,11 \pm 19,87$ метра, что демонстрировало улучшение их двигательной активности даже в раннем послеоперационном периоде.

Через 4 недели после хирургического лечения показатель WOMAC достиг 24,0 (23,0; 26,0) балла. Статистически значимо увеличились показатели в разделах шкалы-опросника KOOS, особенно в категориях «Спорт и активность» и «Качество жизни», где значения достигли 70,0 (65,0; 70,0) и 73,0 (71,0; 75,0) балла соответственно. По данным ЭНМГ, активность четырехглавой мышцы достигла $51,76 \pm 1,68$ мкВ. Пройденная пациентами дистанция в рамках теста 2MWT возросла до $142,68 \pm 15,91$ метра, что свидетельствовало об их уровне функциональной выносливости, который был существенно выше не только значения на предыдущем сроке наблюдения, но и исходного показателя.

Через 12 недель после ТЭКС пациенты достигли высоких и стабильных клинико-функциональных результатов. Показатель WOMAC составил всего 15,0 (14,0; 17,0) балла, что отражало полноценное клинико-функциональное восстановление пациентов. Значения во всех разделах KOOS были на высоком уровне, особенно в разделах «Качество жизни» и «Спорт и активность», показатели которых были равны 75,0 (70,0; 75,0) и $78,10 \pm 3,36$ балла соответственно. Болевой синдром был минимальным – 1,0 (0,0; 1,0) балла по ВАШ. Показатели ЭНМГ обследуемых групп мышц продолжали увеличиваться, достигая высоких значений, например, 60,1 (58,1; 61,3) мкВ для четырехглавой мышцы. Толерантность к физической нагрузке, оцениваемая тестом 2MWT, достигла $154,06 \pm 11,73$ метра, демонстрируя значимую положительную динамику относительно исходного уровня.

■ ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные результаты коррелируют с данными зарубежных исследований, которые показывают положительное влияние преабилитации на раннюю активизацию пациента и восстановление функции оперированного сустава.

В нашем исследовании мы наблюдали ключевой эффект, описанный в литературе, а именно улучшение показателей мышечной силы по данным ЭНМГ и скорости ходьбы по результатам тестов 2MWT и TUG уже через 4 недели после операции. Увеличение биоэлектрической активности четырехглавой мышцы бедра через 72 часа после окончания выполнения комплекса преабилитации и ее более быстрое восстановление к 4-й и 12-й неделям после ТЭКС коррелировало с выводами о том, что предоперационное укрепление мышц стабилизаторов коленного сустава является залогом успешной послеоперационной реабилитации.

Результаты нашего исследования также подтвердили положительное влияние преабилитации на болевой синдром. Несмотря на естественное усиление боли в первые 72 часа после операции, ее уровень по ВАШ оставался ниже исходных дооперационных значений, что способствовало более комфортной вертикализации и активизации пациентов.

Необходимо отметить, что применение мультимодального и индивидуального подходов, учитывающих ведущий фенотип ОА, позволило нам таргетно воздействовать на ключевые патогенетические звенья. Это перекликается с современной тенденцией к разработке комбинированных программ преабилитации, включающих помимо кинезиотерапии физиотерапевтические процедуры, ортезирование и психологическое сопровождение.

■ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанный подход к преабилитации пациентов при ТЭКС, основанный на фенотипической стратификации ОА и применении индивидуального комплекса лечебных мероприятий, продемонстрировал статистически значимое улучшение клинико-функциональных показателей в дооперационном периоде. Проведение предложенного комплекса преабилитации привело к снижению выраженности болевого синдрома по шкале ВАШ и WOMAC, улучшению показателей шкалы KOOS, увеличению дистанции теста 2MWT и повышению биоэлектрической активности четырехглавой и двуглавой мышц бедра и икроножной мышцы по данным функциональной ЭНМГ нижних конечностей.

В послеоперационном периоде была отмечена положительная динамика клинико-функционального состояния пациентов на сроках 4 и 12 недель после хирургического вмешательства, что проявлялось восстановлением амплитуды движений, опороспособности конечности и снижением интенсивности болевого синдрома.

Полученные результаты позволяют рассматривать предложенный подход к преабилитации пациентов с ОА коленного сустава как перспективное направление оптимизации предоперационной подготовки пациентов при тотальном эндопротезировании коленного сустава. Для окончательной оценки клинической эффективности разработанного метода целесообразно проведение контролируемых исследований с включением группы сравнения. ■


ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ	ADDITIONAL INFORMATION
Этическая экспертиза. Настоящее исследование осуществляли в соответствии с этическими нормами Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации (Хельсинки, 2024), приказом Минздрава России № 200н от 01.04.2016 г. «Об утверждении правил надлежащей клинической практики» и протоколом № 292 заседания комитета по биоэтике при СамГМУ от 04 сентября 2024 г.	Ethical approval. The present study was carried out in accordance with the ethical standards of the World Medical Association's Declaration of Helsinki (Helsinki, 2024), Order No. 200n of the Ministry of Health of the Russian Federation dated April 1, 2016, «On Approval of the Rules for Good Clinical Practice» and Minutes No. 292 of the Committee on Bioethics at Samara State Medical University dated September 4, 2024.
Источник финансирования. Работа выполнена по инициативе авторов без привлечения финансирования.	Study funding. The study was the authors' initiative without external funding.
Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с содержанием настоящей статьи.	Conflict of interest. The authors declare that there are no obvious or potential conflicts of interest associated with the content of this article.
Согласие на публикацию. Авторы получили от пациентов, принимавших участие в исследовании, добровольное информированное согласие на публикацию медицинских данных в обезличенной форме в медицинском рецензируемом научно-практическом журнале «Наука и инновации в медицине».	Consent to publication. The authors obtained from the patients who took part in the study a voluntary informed consent to the publication of medical data in an impersonal form in the peer-reviewed journal of medical research and practice «Science and Innovations in Medicine».
Участие авторов. Котельников Г.П.: научное руководство, редактирование текста, концепция исследования. Колсанов А.В.: дизайн исследования. Кудашев Д.С.: статистическая обработка данных. Мосеев О.И.: написание текста. Зуев-Ратников С.Д.: сбор материалов. Шишкина А.А.: обработка материала. Долгушкин Д.А.: обзор литературы. Все авторы одобрили финальную версию статьи перед публикацией, выразили согласие нести ответственность за все аспекты работы, подразумевающую надлежащее изучение и решение вопросов, связанных с точностью или добросовестностью любой части работы.	Contribution of individual authors. Kotelnikov G.P.: scientific supervision, editing of the text, study concept. Kolsanov A.V.: study design. Kudashov D.S.: statistical data processing. Moseev O.I.: writing of the text. Zuev-Ratnikov S.D.: data collection. Shishkina A.A.: data processing. Dolgushkin D.A.: literature review. All authors gave their final approval of the manuscript for submission, and agreed to be accountable for all aspects of the work, implying proper study and resolution of issues related to the accuracy or integrity of any part of the work.
Оригинальность. При создании настоящей работы авторы не использовали ранее опубликованные сведения (текст, иллюстрации, данные).	Statement of originality. No previously published material (text, images, or data) was used in this work.
Доступ к данным. Редакционная политика в отношении совместного использования данных к настоящей работе не применима.	Data availability statement. The editorial policy regarding data sharing does not apply to this work.
Генеративный искусственный интеллект. При создании настоящей статьи технологии генеративного искусственного интеллекта не использовались.	Generative AI. No generative artificial intelligence technologies were used to prepare this article.
Рассмотрение и рецензирование. Настоящая работа подана в журнал в инициативном порядке и рассмотрена по обычной процедуре. В рецензировании участвовали 2 внешних рецензента.	Provenance and peer review. This paper was submitted unsolicited and reviewed following the standard procedure. The peer review process involved 2 external reviewers.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Rechkunova OA, Chernysheva TV, Guryanov AM, et al. The role of knee replacement in the treatment of patients with gonarthrosis: rehabilitation. *Modern problems of science and education*. 2023;4:133. [Речкунова О.А., Чернышева Т.В., Гурьянов А.М., и др. Роль эндопротезирования коленного сустава в лечении больных с гонартрозом: реабилитация. *Современные проблемы науки и образования*. 2023;4:133]. DOI: 10.17513/spno.32738
- Preobrazhensky PM, Fil AS, Kornilov NN, et al. Current State of Knee Arthroplasty in Russia: Analysis of 36,350 Cases from the Register of the Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2023;29(3):73-85. [Преображенский П.М., Филь А.С., Корнилов Н.Н., и др. Эндопротезирование коленного сустава в клинической практике: анализ 36350 наблюдений из регистра НМИЦ ТО им. П.Р. Вредена. *Травматология и ортопедия России*. 2023;29(3):73-85]. DOI: 10.17816/2311-2905-9349
- GBD 2021 Osteoarthritis Collaborators. Global, regional, and national burden of osteoarthritis, 1990-2020 and projections to 2050: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2021. *The Lancet. Rheumatology*. 2023;5(9):e508-e522. DOI: 10.1016/S2665-9913(23)00163-7
- Moseng T, Vliet Vlieland T, Battista S, et al. EULAR recommendations for the non-pharmacological core management of hip and knee osteoarthritis: 2023 update. *Annals of the rheumatic diseases*. 2024;83(6):730-740. DOI: 10.1136/ard-2023-225041
- DeFrance M, Scuderi G. Are 20% of Patients Actually Dissatisfied Following Total Knee Arthroplasty? A Systematic Review of the Literature. *The Journal of arthroplasty*. 2023;38(3):594-599. DOI: 10.1016/j.arth.2022.10.011
- Rodriguez-Merchan E. Patient Satisfaction Following Primary Total Knee Arthroplasty: Contributing Factors. *The archives of bone and joint surgery*. 2021;9(4):379-386. DOI: 10.22038/absj.2020.46395.2274
- Leppänen M, Niemeläinen H, Huhtala S, et al. Mild knee osteoarthritis predicts dissatisfaction after total knee arthroplasty: a prospective study of 186 patients aged 65 years or less with 2-year follow-up. *BMC musculoskeletal disorder*. 2021;22(1):657. DOI: 10.1186/s12891-021-04543-8
- Magan AA, Ahmed SS, Paton B, et al. Does Multimodal Therapy Influence Functional Outcome After Total Knee Arthroplasty? *The Orthopedic clinics of North America*. 2020;51(4):453-459. DOI: 10.1016/j.ocl.2020.06.011

- Alrawashdeh W, Eschweiler J, Migliorini F, et al. Effectiveness of total knee arthroplasty rehabilitation programmes: A systematic review and meta-analysis. *Journal of rehabilitation medicine*. 2021;53(6):jrm00200. DOI: 10.2340/16501977-2827
- Su W, Zhou Y, Qiu H, et al. The effects of preoperative rehabilitation on pain and functional outcome after total knee arthroplasty: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of orthopaedic surgery and research*. 2022;17(1):175. DOI: 10.1186/s13018-022-03066-9
- Gränicher P, Mulder L, Lenssen T, et al. Prehabilitation Improves Knee Functioning Before and Within the First Year After Total Knee Arthroplasty: A Systematic Review With Meta-analysis. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*. 2022;52(11):709-725. DOI: 10.2519/jospt.2022.11160
- Rahmatika R, Novriansyah R, Indriastuti L. The Effects Of Prehabilitation Exercise Using Resistance Bands On Functional Performance In Total Knee Replacement. *The Hip and Knee Journal*. 2020;1(1):8-18. DOI: 10.46355/hipknee.v1i1.5
- Raposo F, Ramos M, Cruz AL. Effects of exercise on knee osteoarthritis: A systematic review. *Musculoskeletal Care*. 2021;19(4):399-435. DOI: 10.1002/msc.1538
- Kaya C, Seyman CC, Kaya Y. Determination of the effect of preoperative knee joint function on postoperative quality of life in patients with total knee arthroplasty. *Journal of orthopaedic research: official publication of the Orthopaedic Research Society*. 2024;42(10):2189-2196. DOI: 10.1002/jor.25876
- Zheng Y, Huang Z, Dai L, et al. The Effect of Preoperative Rehabilitation Training on the Early Recovery of Joint Function after Artificial Total Knee Arthroplasty and Its Effect Evaluation. *Journal of healthcare engineering*. 2022;2022:3860991. DOI: 10.1155/2022/3860991
- Ndjonko L, Jose J, Nair N, et al. Prehabilitation for Total Knee Arthroplasty: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *Journal of Orthopaedic Reports*. 2025;4(1):100580. DOI: 10.1016/j.jorep.2025.100580
- Ratmanov MA, Benyan AS, Kuznetsova TV, et al. Rehabilitation after total hip and knee replacement: problems and perspectives. *Polytrauma*. 2020;2:76-83. [Ратманов М.А., Беньян А.С., Кузнецова Т.В., и др. Реабилитация после эндопротезирования суставов нижних конечностей: проблемы и перспективы. *Политравма*. 2020;2:76-83]. DOI: 10.24411/1819-1495-2020-10023

Оригинальное исследование | Original research
DOI: <https://doi.org/10.35693/SIM703236>

 This work is licensed under CC BY 4.0
© Authors, 2026

Тенденции морфологических изменений коленных суставов, выявляемые при ультразвуковой визуализации

А.С. Мошкин, Л.В. Мошкина, К.Д. Холикова, П.А. Крючков

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева (Орел, Российская Федерация)

Аннотация

Цель: оценить характер ультразвуковых изменений некоторых структур коленных суставов среди пациентов, обратившихся за амбулаторной медицинской помощью.

Материал и методы. Обследованы 380 добровольцев в возрасте от 18 до 86 лет. Использовалось диагностическое оборудование SonoAce R7. Результаты вносились в электронные таблицы, с последующей группировкой и статистическим анализом с использованием MS Excel, IBM SPSS Statistics 20, построения графиков распределения средствами StatSoft Statistica 10.

Результаты. Средний возраст участников наблюдения, у которых были выявлены кисты Бейкера, составил 57,9±9,1 года, среди мужчин 56,5±8,5 года, у женщин 58,3±9,2 года. Признаки остеоартрита в виде заострения краев суставных поверхностей и выраженных остеофитов были выявлены среди 67,3% наблюдений (256 случаев). Среди мужчин данные про-

явлений были выявлены в 56,1%, а среди женщин в 75,9%. Проявления синовита наблюдались в 22,1% (84 случая), среди мужчин в 24,4%, у женщин в 20,4%. Кисты Бейкера диагностированы в 23,7% наблюдений (90 случаев), среди мужчин в 12,2%, у женщин в 32,4%. Отмечена схожая динамика развития структурных изменений коленных суставов, независимо от пола пациентов.

Заключение. Определение этиологии патологических изменений, оценка их роли в развитии сопутствующих симптомов и вероятных осложнений позволяет повышать эффективность диагностики и лечения, выбирать оптимальную тактику ведения пациентов.

Ключевые слова: коленный сустав, остеоартрит, киста Бейкера, ультразвуковая диагностика.

Конфликт интересов: не заявлен.

Для цитирования:

Мошкин А.С., Мошкина Л.В., Холикова К.Д., Крючков П.А. Тенденции морфологических изменений коленных суставов, выявляемые при ультразвуковой визуализации. *Наука и инновации в медицине*. 2026;11(2):151-156. DOI: <https://doi.org/10.35693/SIM703236>

Сведения об авторах

***Мошкин Андрей Сергеевич** – канд. мед. наук, доцент кафедры анатомии, оперативной хирургии и медицины катастроф. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2085-0718>
E-mail: as.moshkin@internet.ru
Мошкина Л.В. – ассистент кафедры анатомии, оперативной хирургии и медицины катастроф.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-1328-1880>

E-mail: moshkina.l@internet.ru

Холикова К.Д. – студентка лечебного факультета.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-0588-0146>

E-mail: holikovaxenia@yandex.ru

Крючков П.А. – студент лечебного факультета.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-4420-0424>

E-mail: 995511122@mail.ru

***Автор для переписки**

Получено: 20.02.2026

Одобрено: 20.03.2026

Опубликовано: 31.03.2026

Trends in morphological changes of knee joints revealed by ultrasound imaging

Andrei S. Moshkin, Lyubov V. Moshkina, Kseniya D. Holikova, Petr A. Kryuchkov

Orel State University named after I.S. Turgenev (Orel, Russian Federation)

Abstract

Aim: to evaluate the nature of ultrasound changes in some structures of the knee joints among patients seeking outpatient medical care. Using the example of a clinical case to demonstrate the importance of differential diagnosis of diseases of the knee joints with vascular pathology of the lower extremities.

Material and methods. 380 volunteers aged 18 to 86 years were examined. SonoAce R7 diagnostic equipment was used. The results were entered into spreadsheets, followed by grouping and statistical analysis using MS Excel, IBM SPSS Statistics 20, and plotting distribution using StatSoft Statistica 10.

Results. The average age of the participants diagnosed with Baker's cysts was 57.9±9.1 years: 56.5±8.5 years for men and 58.3±9.2 years for women. The signs of osteoarthritis, including sharpened articular surface

edges and prominent osteophytes, were detected in 67.3% (256) of cases. These manifestations were detected in 56.1% of men and 75.9% of women. Synovitis was observed in 22.1% (84) cases, 24.4% for men and 20.4% for women. Baker's cysts were diagnosed in 23.7% (90) cases, 12.2% for men and 32.4% for women. Similar dynamics in the development of structural changes in the knee joints were noted, regardless of the patient's gender.

Conclusion. Determining the etiology of pathological changes and assessing their role in the development of associated symptoms and potential complications allows for more effective diagnosis and treatment, as well as the selection of optimal patient management strategies.

Keywords: knee joint, osteoarthritis, Baker's cyst, ultrasound diagnostics.

Conflict of interest: nothing to disclose.

Citation

Moshkin AS, Moshkina LV, Holikova KD, Kryuchkov PA. Trends in morphological changes of knee joints revealed by ultrasound imaging. *Science and Innovations in Medicine*. 2026;11(2):151-156. DOI: <https://doi.org/10.35693/SIM703236>

Information about authors

***Andrei S. Moshkin** – MD, Cand. Sci. (Medicine), Associate professor of the Department of Anatomy, Operative Surgery and Disaster Medicine. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2085-0718>

E-mail: as.moshkin@internet.ru

Lyubov V. Moshkina – MD, assistant at the Department of Anatomy, Operative Surgery and Disaster Medicine.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-1328-1880>

E-mail: moshkina.l@internet.ru

Kseniya D. Holikova – student of the Faculty of Medicine.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-0588-0146>

E-mail: holikovaxenia@yandex.ru

Petr A. Kryuchkov – student of the Faculty of Medicine.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-4420-0424>

E-mail: 995511122@mail.ru

***Corresponding author**

Received: 20.02.2026

Accepted: 20.03.2026

Published: 31.03.2026

■ ВВЕДЕНИЕ

Среди заболеваний опорно-двигательного аппарата дегенеративно-дистрофические изменения продолжают оставаться ведущей причиной обращения за медицинской помощью [1]. Многочисленные опубликованные работы демонстрируют важность совершенствования ранней диагностики таких заболеваний, как остеоартрит, для повышения эффективности лечебных мероприятий и качества жизни пациентов [2]. Сложности в стадировании и ранней диагностике данной группы заболеваний обусловлены полиэтиологичностью, вариабельностью клинической картины и поздним обращением пациентов за медицинской помощью [3, 4]. Причиной для обращения пациентов к врачу часто служат следующие симптомы: утренняя скованность движений, боль при физической нагрузке, ощущения распирания и припухлости в области сустава, усиление проявлений заболевания после периода высокой двигательной активности [5]. Усугубляют течение заболеваний избыточный вес и ожирение. Фармакологические и немедикаментозные методы лечения эффективны для облегчения боли и улучшения физической активности, но они не способны устранить патологические и рентгенологические изменения, характерные для остеоартрита коленного сустава [6–8]. В результате патологические изменения прогрессируют, а боль и функциональные нарушения усиливаются [10].

Современные методы инструментальной диагностики заболеваний опорно-двигательного аппарата, в том числе коленных суставов, включают рентгенографию, ультразвуковую визуализацию, артроскопию [10–12]. Рентгенологический метод является наиболее простым и ведущим в определении стадии течения заболевания, но он ограничен в возможностях оценки изменений окружающих мягких тканей [13]. Компьютерная и магнитно-резонансная томография позволяют получить подробную информацию о выраженности изменений, оценить состояние окружающих структур, они чаще используются на предоперационном этапе в сложных клинических случаях. Ультразвуковая диагностика в отличие от других методов визуализации позволяет оценивать внешний контур костных структур, изменения окружающих тканей, детально изучать состояние хрящевых элементов опорно-двигательного аппарата [14]. Ввиду широкой доступности и относительной простоты выполнения использование метода ультразвуковой визуализации стало наиболее успешным при оценке периакулярных тканей, оценки состояния гиалинового хряща [10]. Важным преимуществом стало выявление сопутствующих изменений, таких как кисты Бейкера, варикозное расширение вен и др. [10, 11].

В зависимости от совокупности факторов, встречающихся у пациентов с заболеваниями опорно-двигательного аппарата, обусловленных выраженностью патологических изменений, сопутствующими заболеваниями, используются различные подходы к организации лечения, включая фармакологические [15], традиционные методы [16], физиотерапию [17], использование ортезов и физических упражнений [3, 6, 9]. Хирургические методы могут включать в себя как эндопротезирование, так и лечение сопутствующих изменений.

Одной из актуальных проблем являются синовиальные кисты подколенной области и варикозное расширение вен

нижних конечностей [15, 12, 18]. В клинической практике нередко требуется дифференциальная диагностика патологических изменений коленного сустава с нарушениями гемодинамики на уровне голени [10, 19].

■ ЦЕЛЬ

Оценить характер ультразвуковых изменений структур коленных суставов среди пациентов, обратившихся за амбулаторной медицинской помощью.

■ МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В амбулаторных условиях были обследованы 380 добровольцев с различными жалобами, связанными с коленными суставами, в возрасте от 18 до 86 лет (средний возраст $52,3 \pm 11,9$ года). В исследовании не участвовали пациенты, перенесшие оперативные вмешательства, в том числе эндопротезирование коленных суставов. Было использовано диагностическое оборудование Samsung Medison SonoAce R7 (Южная Корея) с линейным высокочастотным датчиком. Протокол исследования был одобрен локальным этическим комитетом, все участники оформили добровольное информированное согласие на участие в исследовании. Анонимные результаты обследований вносились в электронные таблицы, с последующей группировкой и статистическим анализом.

Расчет статистических показателей выполнялся с использованием Microsoft Excel 2007, IBM SPSS Statistics v. 20.0. Проводился анализ крайних значений величин (Min-Max), их средних значений и стандартного отклонения ($M \pm SD$), медианы (Me), первого и третьего квартилей распределения [Q1-Q3], коэффициента вариации CV (%). Оценка достоверности изучаемых данных проводилась на основе расчетов t-критерия Стьюдента для одиночных и парных выборок, построения графиков для подтверждения нормальности оцениваемых показателей средствами StatSoft Statistica 10.

■ РЕЗУЛЬТАТЫ

Среди участников исследования были 164 мужчины и 216 женщин. Средний возраст мужчин составил $48,0 \pm 13,6$ года, для группы женщин $55,5 \pm 13,6$ года. Распределение значений для всех участников в наблюдении представлено в виде диаграммы нормальности распределения (**рисунок 1**).

Одним из важнейших показателей в диагностике заболеваний коленных суставов является оценка толщины гиалинового хряща. В нашем наблюдении эта величина определялась в области опорной поверхности медиального мыщелка бедренной кости, а общие сведения о распределении результатов измерений представлены в виде диаграммы нормальности распределения значений (**рисунок 2**).

Толщина гиалинового хряща в наблюдении была в диапазоне показателей (Min-Max) – 1,0–3,3 мм, в среднем среди всех участников составила $1,9 \pm 0,4$ мм, Me – 1,9 мм, Q1-Q3 – 1,6–2,1 мм. Среди мужчин значения (Min-Max) – 1,3–3,3 мм, средняя толщина гиалинового хряща составила $2,0 \pm 0,4$ мм. Медиана (Me) – 2,0 мм, первый и третий квартили [Q1-Q3] для мужчин составили 1,7–2,2 мм, CV – 21,9%.

В группе женщин толщина гиалинового хряща в области опорной поверхности медиального мыщелка бедренной

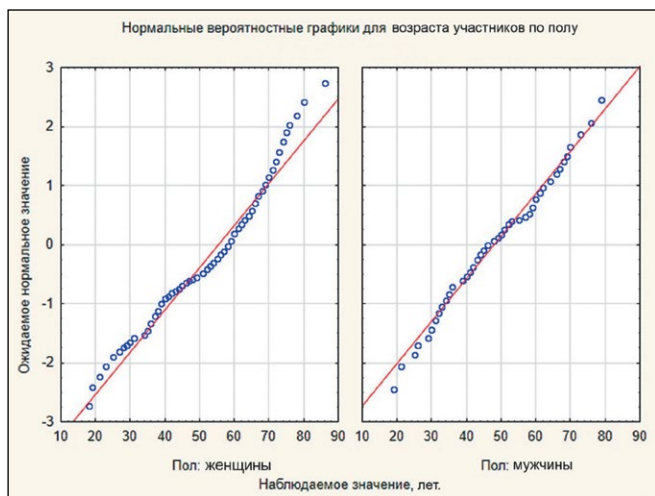


Рисунок 1. Диаграмма нормальности вероятного распределения возраста (лет) среди мужчин и женщин в наблюдении.
Figure 1. Diagram of the normality of the probable age distribution (years) among men and women in the study.

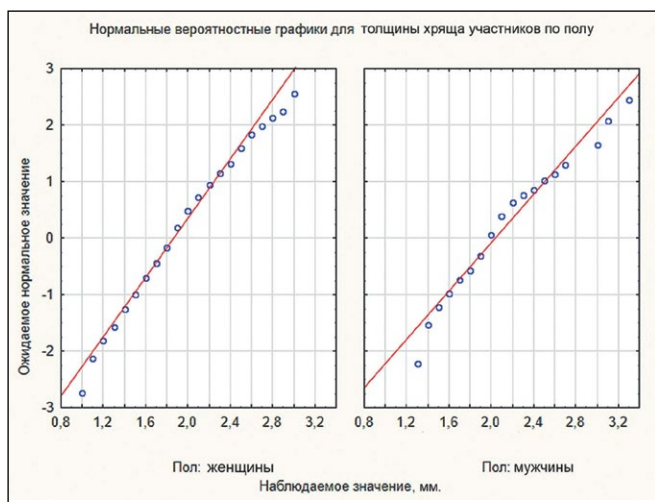


Рисунок 2. Диаграмма нормальности вероятного распределения толщины гиалинового хряща (мм) среди мужчин и женщин в наблюдении.
Figure 2. Diagram of the normality of the probable distribution of hyaline cartilage thickness (mm) among men and women in the study.

кости составила (Min-Max) – 1,0–3,0 мм, среднее значение (M±SD) – 1,9±0,4 мм, Me – 1,8 мм, Q1-Q3 – 1,6–2,1 мм, CV – 20,1%.

Признаки остеоартрита в виде заострения краев суставных поверхностей и выраженных остеофитов были выявлены среди 67,3% наблюдений (256 случаев). Среди мужчин данные проявлений были выявлены в 56,1%, у женщин в 75,9%. Проявления синовита наблюдались в 22,1% (84 случая), в группе мужчин в 24,4%, у женщин в 20,4%. Кисты Бейкера диагностированы в 23,7% наблюдений (90 случаев), среди мужчин в 12,2%, у женщин в 32,4%.

Средний возраст участников наблюдения, у которых были выявлены кисты Бейкера, составил (M±SD) – 57,9±11,3 года (Min-Max) – 23–86 лет, (Me) – 59,0 года, межквартильный интервал среди всех участников [Q1-Q3] составил 50,0–67,0 года, CV – 19,6%. В группе мужчин (Min-Max) – 44–73 года, (M±SD) – 56,5±9,8 года, Me – 50,0–66,0 года, CV – 17,3%. В группе женщин кисты определялись в возрасте (Min-Max) – 23–86 лет,

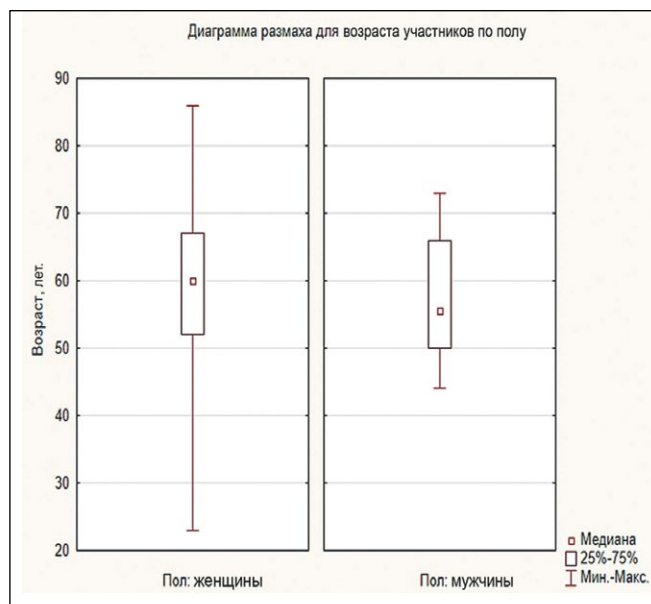


Рисунок 3. Диаграмма размаха для возраста среди мужчин и женщин в случаях диагностики кист Бейкера.
Figure 3. Age range diagram for men and women in cases of Baker's cysts diagnosis.

(M±SD) – 58,3±11,8 года, Me – 52,0–67,0 года, CV – 20,2%. Представленные сведения отражены в виде диаграммы размаха (рисунок 3).

Значения толщины гиалинового хряща в области опорной поверхности медиального мыщелка бедра при диагностике кист Бейкера (Min-Max) – 1,0–3,0 мм, в среднем составила среди всех наблюдений (M±SD) 2,0±0,4 мм, Me – 1,9 мм, Q1-Q3 – 1,7–2,2 мм, CV – 20,4%.

В группе мужчин при выявлении кист Бейкера толщина хряща была в диапазоне (Min-Max) – 1,4–3,0 мм, (M±SD) – 2,1±0,5 мм, Me – 2,0 мм, Q1-Q3 – 1,7–2,4 мм, CV – 26,0%. Для женщин наибольшие и наименьшие значения толщины гиалинового хряща в исследованиях при выявлении кист Бейкера составляли (Min-Max) – 1,0–2,7 мм, (M±SD) 1,9±0,3 мм, Me – 1,9 мм, Q1-Q3 – 1,7–2,1 мм, CV – 17,8%. Общие сведения о распределении показателей представлены в виде диаграммы размаха значений (рисунок 4).

В результате оценки содержимого кист в 32,6% определяли признаки наличия включений и перемычек в полости и в 27% выявляли признаки мелкодисперсной взвеси. В процессе исследования было уделено особое внимание оценке толщины стенок кист Бейкера. Для всех наблюдений толщина стенки кист (Min-Max) – 0,7–3,8 мм, (M±SD) 1,8±0,6 мм, Me – 1,7 мм, Q1-Q3 – 1,4–2,2 мм, CV – 33,5%. В группе мужчин толщина стенки кист (Min-Max) – 1,2–1,6 мм, (M±SD) 1,8±0,4 мм, Me – 1,8 мм, Q1-Q3 – 1,7–2,0 мм, CV – 23,8%. У женщин толщина стенки кист (Min-Max) – 0,7–3,8 мм, (M±SD) 1,8±0,7 мм, (Me) – 1,6 мм, Q1-Q3 – 1,4–2,3 мм, CV – 35,9%.

Представленные данные демонстрируют схожую динамику эхографических изменений коленных суставов у мужчин и женщин. Различия в изменениях среди мужчин и женщин имеют малую величину дисперсии, при этом достоверность анализируемых показателей при расчете t-критерия Стьюдента соответствует P<0,001 при сравнении данных между группами участников.

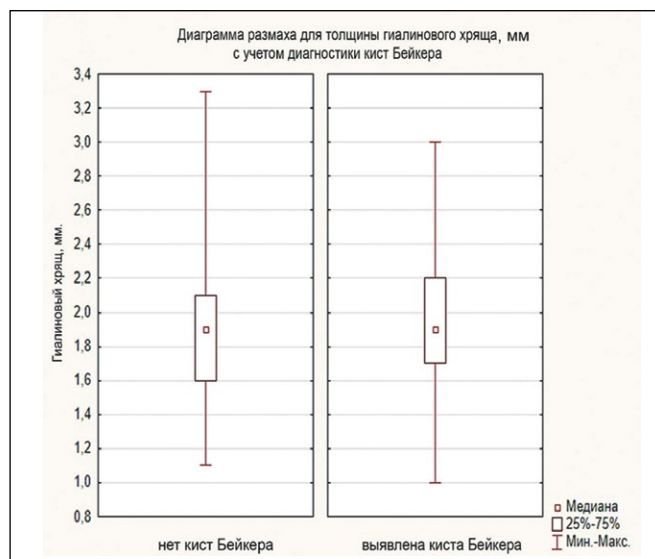


Рисунок 4. Диаграмма размаха для толщины гиалинового хряща в области опорной поверхности медиального мыщелка бедра в зависимости от выявления кист Бейкера.

Figure 4. Span diagram for the thickness of hyaline cartilage in the area of the supporting surface of the medial condyle of the femur, depending on the detection of Baker's cysts.

■ ОБСУЖДЕНИЕ

В настоящее время в клинической практике доступен широкий спектр средств инструментальной диагностики для определения выраженности изменений как непосредственно суставов, так и периартикулярных структур [20]. Рентгенологический метод является быстрым и эффективным для оценки костных структур [13]. Магнитно-резонансная томография позволяет изучать проблему, используя преимущества мультипараметрической визуализации, но оказывается достаточно длительной и дорогой процедурой [20]. Компьютерная томография дает значительное количество диагностической информации, достаточно быстро выполняется, но служит причиной большей лучевой нагрузки в сравнении с рутинной рентгенографией суставов.

Ультразвуковая визуализация позволяет решать широкий спектр практических задач без использования дорогой техники экспертного класса. Значительным преимуществом является возможность использования мультипараметрического сканирования (с использованием различных рабочих частот и конфигураций датчиков) при решении конкретных практических задач [10]. Доступность прямого взаимодействия с пациентом во время ультразвукового обследования позволяет более детально изучать области наибольшей болезненности, выраженных внешних изменений. Значительным преимуществом ультразвуковой визуализации становится возможность проведения функциональной оценки состояния суставов. Возможно расширение объема проводимой диагностической процедуры с учетом картины, отражающей характер изменения в периартикулярных тканях в случаях выраженного отека или подозрения на развитие флеботромбоза.

Несмотря на то что проявления остеоартрита хорошо известны и описаны, с развитием и распространением диагностических возможностей оборудования регулярно возникает необходимость в обновлении сведений [21]. С другой стороны, течение остеоартрита ассоциировано с

множеством факторов, включая образ жизни и физическую активность, поэтому распространенность выявляемых изменений с учетом возраста пациентов, сопутствующих им процессов требует регулярного наблюдения со стороны научного сообщества. Наше исследование демонстрирует схожую тенденцию в течении остеоартрита, описанную в публикации А.С. Повзуна и соавт. (2022), с преобладанием женщин в общей выборке [22]. Благодаря возможностям метода ультразвуковой визуализации, показаны закономерности в динамике развития структурных изменений. В связи со значительным объемом участников полученные нами результаты позволяют более детально оценивать характер изменений среди пациентов, обратившихся за медицинской помощью на амбулаторном этапе. Полученные данные позволяют с высокой степенью уверенности использовать их для решения прикладных задач, в том числе связанных с созданием специализированного программного обеспечения, уточнения возрастных и половых показателей морфометрии.

Отечественные и зарубежные публикации указывают на важность комплексного анализа пациентов при диагностике заболеваний суставов, необходимости дополнения результатов осмотра данными рентгенографии и ультразвуковой визуализации [2, 4, 23]. Полученные в результате нашего наблюдения результаты позволяют продемонстрировать распространенность некоторых эхографических признаков в процессе развития заболеваний коленных суставов. Одним из наиболее ярких проявлений, сопровождающих комплекс патологических изменений, являются признаки синовита и выявление кист Бейкера, в определенных случаях требующих дифференциальной диагностики.

Метод ультразвуковой визуализации позволяет быстро, эффективно и информативно решать сложные клинические вопросы, одновременно исключая как более редкие осложнения, такие как разрыв кисты, гематомы, так и сопутствующий тромбофлебит глубоких вен голени. Подобные клинические примеры описаны в работах, демонстрирующих важность эхографической верификации и клинического значения околоуставных структур [23]. Так, Э.А. Скрипченко и соавт. (2024) описывают важность возможностей ультразвуковой визуализации для оценки состояния периартикулярных структур при остеоартитах и корреляцию результатов с данными рентгенографии в оценке выраженности патологических процессов. Не менее важным является определение компрессии элементов сосудисто-нервного пучка в подколенной области, исключение патологических процессов иной этиологии. Клинический случай компрессии подколенной артерии кистой Бейкера представлен в работе Д.И. Маркевич и соавт. (2023) [19]. Описанная авторами картина нарушения гемодинамики оказалась результатом сочетания таких факторов, как атеросклеротические изменения по ходу артерий нижних конечностей и процессов, ассоциированных с синовиальной кистой в подколенной области. В свою очередь распространенность заболеваний вен нижних конечностей и кист Бейкера послужила причиной для разработки методов одномоментного хирургического лечения таких пациентов с использованием комбинированной флебэктомии и удаления синовиальной кисты подколенной области [24]. Внедрение достижений лазерных и малоинвазивных

технологий позволило использовать метод симультанной лазерной термооблитерации рецидивных вен нижних конечностей и кисты Бейкера [18].

ВЫВОДЫ

Полученные нами данные демонстрируют комплекс закономерных изменений при остеоартрите, которые диагностируются в результате ультразвуковой визуализации структур коленных суставов. Признаки остеоартрита выявлены в 67,3% случаев, признаки синовита наблюдались в

22,1%. Кисты Бейкера диагностированы в 23,7% наблюдений, диагностировались в возрасте 57,9±9,1 года. В целом была отмечена схожая, не зависящая от пола пациентов динамика развития структурных изменений коленных суставов.

Определение этиологии патологических изменений, оценка их роли в развитии сопутствующих симптомов и вероятных осложнений позволяют повышать эффективность диагностики и лечения, выбирать оптимальную тактику ведения пациентов. ■

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ	ADDITIONAL INFORMATION
Этическая экспертиза. Исследование было одобрено ЛЭК Орловского государственного университета имени И.С. Тургенева (протокол №25, 16 ноября 2022 г.).	Ethical approval. The study was approved by the Ethics Committee of Orel State University named after I.S. Turgenev (Protocol № 25, November 16, 2022).
Источник финансирования. Работа выполнена по инициативе авторов без привлечения финансирования.	Study funding. The study was the authors' initiative without external funding.
Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с содержанием настоящей статьи.	Conflict of interest. The authors declare that there are no obvious or potential conflicts of interest associated with the content of this article.
Согласие на публикацию. Авторы получили от пациентов, принимавших участие в исследовании, добровольное информированное согласие.	Consent to publication. The authors obtained from the patients who took part in the study a voluntary informed consent.
Участие авторов. Мошкин А.С.: идея и дизайн исследования, редактирование статьи. Мошкина Л.В.: сбор и обработка материала. Холикова К.Д., Крючков П.А.: сбор материала, написание текста. Все авторы одобрили финальную версию статьи перед публикацией, выразили согласие нести ответственность за все аспекты работы, подразумевающую надлежащее изучение и решение вопросов, связанных с точностью или добросовестностью любой части работы.	Contribution of individual authors. Moshkin A.S.: study idea and design, article editing. Moshkina L.V.: data collection and processing. Kholikova K.D., Kryuchkov P.A.: data collection, writing of the text. All authors gave their final approval of the manuscript for submission, and agreed to be accountable for all aspects of the work, implying proper study and resolution of issues related to the accuracy or integrity of any part of the work.
Оригинальность. При создании настоящей работы авторы не использовали ранее опубликованные сведения (текст, иллюстрации, данные).	Statement of originality. No previously published material (text, images, or data) was used in this work.
Доступ к данным. Редакционная политика в отношении совместного использования данных к настоящей работе не применима.	Data availability statement. The editorial policy regarding data sharing does not apply to this work.
Генеративный искусственный интеллект. При создании настоящей статьи технологии генеративного искусственного интеллекта не использовали.	Generative AI. No generative artificial intelligence technologies were used to prepare this article.
Рассмотрение и рецензирование. Настоящая работа подана в журнал в инициативном порядке и рассмотрена по обычной процедуре. В рецензировании участвовали 2 внешних рецензента.	Provenance and peer review. This paper was submitted unsolicited and reviewed following the standard procedure. The peer review process involved 2 external reviewers.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Wang Z, Efferth T, Hua X, Zhang XA. Medicinal plants and their secondary metabolites in alleviating knee osteoarthritis: A systematic review. *Phytomedicine*. 2022;105:154347. DOI: 10.1016/j.phymed.2022.154347
2. Liew JW, King LK, Mahmoudian A, et al. Osteoarthritis Classification Criteria Task Force. A scoping review of how early-stage knee osteoarthritis has been defined. *Osteoarthritis Cartilage*. 2023;31(9):1234-1241. DOI: 10.1016/j.joca.2023.04.015
3. Moller F, Ortíz-Muñoz L, Irrarázaval S. Offloader knee braces for knee osteoarthritis. Uso de órtesis de rodilla con refuerzo en descarga en artrosis de rodilla. *Medwave*. 2021;21(3):e8115. DOI: 10.5867/medwave.2021.03.8114
4. Thurlow PC, Hosseini N, Shomal Zadeh F, Chalian M. Cystic lesions and bursae around the knee: do they matter in knee osteoarthritis? *Skeletal radiology*. 2023;52(11):2099-2106. DOI: 10.1007/s00256-023-04295-7
5. Gelber AC. Knee Osteoarthritis. *Ann Intern Med*. 2024;177(9):129-144. DOI: 10.7326/ANNALS-24-01249
6. Øiestad BE, Årøen A, Røtterud JH, et al. The efficacy of strength or aerobic exercise on quality of life and knee function in patients with knee osteoarthritis. A multi-arm randomized controlled trial with 1-year follow-up. *BMC musculoskeletal disorders*. 2023;24(1):714. DOI: 10.1186/s12891-023-06831-x
7. Øiestad BE, Juhl CB, Culvenor AG, et al. Knee extensor muscle weakness is a risk factor for the development of knee osteoarthritis: an updated systematic review and meta-analysis including 46 819 men and women. *Br J Sports Med*. 2022;56(6):349-355. DOI: 10.1136/bjsports-2021-104861

8. Uritani D, Koda H, Yasuura Y, Kusumoto A. Factors associated with subjective knee joint stiffness in people with knee osteoarthritis: A systematic review. *Int J Rheum Dis*. 2023;26(3):425-436. DOI: 10.1111/1756-185X.14536
9. Raposo F, Ramos M, Lúcia Cruz A. Effects of exercise on knee osteoarthritis: A systematic review. *Musculoskeletal care*. 2021;19(4):399-435. DOI: 10.1002/msc.1538
10. Saltykova VG, Turdakina IN. Ultrasound in synovial cyst of popliteal space (Baker cyst) diagnosis (pictorial review). *Ultrasound & Functional Diagnostics*. 2021;4:57-78. [Салтыкова В.Г., Турдакина И.Н. Ультразвуковая диагностика синовиальной кисты подколенной области (кисты Бейкера). *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. 2021;4:57-78]. DOI: 10.24835/1607-0771-2021-4-57-78
11. Sukerka PA, Doyle Z. Imaging of Osteoarthritis of the Knee. *Radiol Clin North Am*. 2022;60(4):605-616. DOI: 10.1016/j.rcl.2022.03.004
12. Zakirova AR, Xontini SA, Rofizoda FN, et al. Surgical treatment of a Baker cyst of the knee joint using arthroscopic posteromedial access. *Bulletin of Pirogov National Medical & Surgical Center*. 2024;19(4):114-119. [Закирова А.Р., Ксонтини С.А., Рофизода Ф.Н., и др. Артроскопические технологии лечения пациентов с кистой Бейкера. *Вестник Национального медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова*. 2024;19(4):114-119]. DOI: 10.25881/20728255_2024_19_4_114
13. Irismetov ME, Khudaiberdiev KT, Tursunov KK, Mamadaliev AB. Features of radiographic diagnosis and treatment of Baker's cysts. *Journal of Theoretical and Clinical Medicine*. 2022;1:94-96 (In Russ.). [Ирисметов М.Э., Худайбердиев К.Т., Турсунов К.К., Мамадалиев А.Б. Особенности рентгенолучевой диагностики и лечения кист Бейкера. *Журнал теоретической и клинической медицины*. 2022;1:94-96].
14. Moshkin AS. Age features of ultrasound imaging of the cartilaginous part of the ribs in surgery. *Radiology – Practice*. 2019;(4):18-23. [Мошкин

- АС. Возрастные особенности ультразвуковой визуализации хрящевой части ребер в хирургии. *Радиология – практика*. 2019;4(76):18-23]. URL: <https://www.radp.ru/jour/article/view/60>
15. Knyazeva LA, Knyazev IS, Bekmurodzoda SB. Modern possibilities of local injection therapy of pathology of the medial collateral ligament in osteoarthritis of the knee joint. *Effective pharmacotherapy*. 2024;20(25):6-10. [Князева Л.А., Князев И.С., Бекмуродзода С.Б. Современные возможности локальной инъекционной терапии патологии медиальной коллатеральной связки при остеоартрите коленного сустава. *Эффективная фармакотерапия*. 2024;20(25):6-10]. DOI: 10.33978/2307-3586-2024-20-25-6-10
16. Mou J, Wang Q, Wu J, et al. The effect of Fu's subcutaneous needling in treating knee osteoarthritis patients: A randomized controlled trial. *Explore*. 2024;20(4):562-571. DOI: 10.1016/j.explore.2023.12.015
17. Hinman RS, Bennell KL. Upskilling the physical therapy workforce in evidence-based knee osteoarthritis care. *Braz J Phys Ther*. 2022;26(6):100448. DOI: 10.1016/j.bjpt.2022.100448
18. Chernookov AI, Kuznetsov MR, Korobova NYu, et al. Simultaneous laser obliteration of recurrent veins and Baker's cyst: indications, technique, results of treatment. *Ambulatory Surgery*. 2023;20(1):185-192. [Чернооков А.И., Кузнецов М.Р., Коробова Н.Ю., и др. Симультианная лазерная облитерация рецидивных вен и кисты Бейкера: показания, техника выполнения, результаты лечения. *Амбулаторная хирургия*. 2023;20(1):185-192]. DOI: 10.21518/akh2023-008
19. Markevich DI, Ardyuk PD, Yakhnovets IN, Evdokimchik II. Extravasal compression of the popliteal artery by Baker's cyst (clinical case). In: *Surgery of Belarus – state and development*. Minsk, 2023:345-346. (In Russ.). [Маркевич Д.И., Ардюк П.Д., Яхновец И.Н., Евдокимчик И.И. Экстравазальная компрессия подколенной артерии кистой Бейкера (клинический случай). В сб.: *Хирургия Беларуси – состояние и развитие*. Минск, 2023:345-346]. URL: https://rep.bsmu.by/bitstream/handle/BSMU/38478/345_346.pdf
20. Khalmetova AR, Lila AM, Taskina EA, et al. Early-stage knee osteoarthritis: assessment of structural changes using imaging methods. *Modern Rheumatology Journal*. 2025;19(5):34-40. [Хальметова А.Р., Лила А.М., Таскина Е.А., и др. Остеоартрит коленных суставов на ранней стадии: оценка структурных изменений с помощью инструментальных методов. *Современная ревматология*. 2025;19(5):34-40]. DOI: 10.14412/1996-7012-2025-5-34-40
21. Korochina KV, Chernysheva TV. Gender differences in clinical and morphological picture of knee osteoarthritis by late grades. *Orenburg Medical Bulletin*. 2023;11(1):25-30. [Корочина К.В., Чернышева Т.В. Гендерные различия клинико-морфологической картины остеоартрита коленного сустава поздних стадий. *Оренбургский медицинский вестник*. 2023;11(1):25-30].
22. Povzun AS, Shchemeleva EV, Povzun KA, et al. Osteoarthritis as a cause of acute joint syndrome: assessment of the dynamics of indicators depending on the gender of patients. *Osteoporosis and Bone Diseases*. 2022;25(3):97. (In Russ.). [Повзун А.С., Щемелева Е.В., Повзун К.А., и др. Остеоартрит как причина острого суставного синдрома: оценка динамики показателей в зависимости от пола пациентов. *Остеопороз и остеопатии*. 2022;25(3):97]. DOI: 10.14341/osteo13070
23. Skripnichenko EA, Lyalina VV, Pripisnova SG, Golubev VG. Sonographic Verification and Clinical Significance of the Features of Surrounding Structures in Knee Osteoarthritis. *The Russian Archives of Internal Medicine*. 2024;14(5):361-369. [Скрипниченко Э.А., Лялина В.В., Приписнова С.Г., Голубев В.Г. Эхографическая верификация и клиническое значение патологии околоуставных структур при остеоартрите коленного сустава. *Архивъ внутренней медицины*. 2024;14(5):361-369]. DOI: 10.20514/2226-6704-2024-14-5-361-369
24. Nematzoda O, Gaibov AD, Sultanov DD, et al. Results of simultaneous surgical treatment of varicose veins and synovial cyst of the popliteal region. *Medical Bulletin of the National Academy of Sciences of Tajikistan*. 2023;13(2):48-59. (In Russ.). [Неъматзода О., Гаибов А.Д., Султанов Д.Д., и др. Результаты одномоментного хирургического лечения варикозной болезни и синовиальной кисты подколенной области. *Медицинский вестник Национальной академии наук Таджикистана*. 2023;13(2):48-59].

Редкая причина абсцесса селезенки

И.В. Макаров, Б.Д. Грачев, Е.С. Лопухов

ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет»
Минздрава России (Самара, Российская Федерация)

Аннотация

Абсцесс селезенки как самостоятельное заболевание составляет не более 1% от общего числа острых хирургических заболеваний органов брюшной полости. Диагностика абсцесса селезенки сложна и малоэффективна без использования инструментальных методов, среди которых основное значение имеют УЗИ и КТ. До 30% абсцессов селезенки излечиваются в результате консервативного лечения. Способы оперативного лечения включают в себя как современные малоинвазивные, так и традиционные открытые хирургические вмешательства. Летальность при абсцессе селезенки остается высокой – до 50%.

В статье представлено клиническое наблюдение – абсцесс селезенки у пациентки старческого возраста, вероятно эмболического генеза, развившийся на фоне фибрилляции предсердий. Обосновывается отказ от использования малоинвазивных и органосберегающих способов лечения в пользу спленэктомии лапаротомным доступом.

Ключевые слова: селезенка, абсцесс селезенки, спленэктомия, компьютерная томография, фибрилляция предсердий.

Конфликт интересов: не заявлен.

Для цитирования:

Макаров И.В., Грачев Б.Д., Лопухов Е.С. Редкая причина абсцесса селезенки. Наука и инновации в медицине. 2026;11(2):157-161.
DOI: <https://doi.org/10.35693/SIM678968>

Сведения об авторах

Макаров И.В. – д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой общей хирургии и хирургических болезней.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1068-3330>

E-mail: i.v.makarov@samsmu.ru

***Грачев Борис Дмитриевич** – канд. мед. наук, доцент, врач-хирург хирургического отделения №1 клиники пропедевтической хирургии.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4778-9518>

E-mail: b.d.grachev@samsmu.ru

Лопухов Е.С. – канд. мед. наук, доцент, заведующий хирургическим отделением №1 клиники пропедевтической хирургии.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-5894-3197>

E-mail: e.s.lopuhov@samsmu.ru

***Автор для переписки**

Получено: 28.04.2025

Одобрено: 25.12.2025

Опубликовано: 20.03.2026

A rare cause of spleen abscess

Igor V. Makarov, Boris D. Grachev, Evgenii S. Lopukhov

Samara State Medical University (Samara, Russian Federation)

Abstract

Splenic abscess as an independent disease accounts for no more than 1% of all acute surgical diseases of the organs of the abdomen. Diagnosis of splenic abscess is complex and ineffective without the use of instrumental methods, among which ultrasound and CT are of primary importance. Up to 30% of splenic abscesses are cured with conservative treatment. Surgical treatment methods include both modern minimally invasive and traditional open surgical interventions. Mortality from splenic abscess remains high, up to 50%.

This article presents a clinical case of splenic abscess in an elderly patient, likely of embolic origin that developed due to atrial fibrillation. The article justifies the abandonment of minimally invasive and organ-preserving treatment methods in favor of splenectomy via a laparotomy approach.

Keywords: spleen, splenic abscess, splenectomy, computed tomography, atrial fibrillation.

Conflict of interest: nothing to disclose.

Citation

Makarov IV, Grachev BD Lopukhov ES. A rare cause of spleen abscess. Science and Innovations in Medicine. 2026;11(2):157-161. DOI: <https://doi.org/10.35693/SIM678968>

Information about authors

Igor V. Makarov – MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor, Head of the Department of General Surgery and Surgical Diseases.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1068-3330>

E-mail: i.v.makarov@samsmu.ru

***Boris D. Grachev** – MD, Cand. Sci. (Medicine), Associate professor, Surgeon at the Surgical Department No. 1 of the Propaedeutic Surgery Clinic.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4778-9518>

E-mail: b.d.grachev@samsmu.ru

Evgenii S. Lopukhov – MD, Cand. Sci. (Medicine), PhD, Associate professor, Head of the Surgical Department No. 1 of the Propaedeutic Surgery Clinic.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-5894-3197>

E-mail: e.s.lopuhov@samsmu.ru

***Corresponding author**

Received: 28.04.2025

Accepted: 25.12.2025

Published: 20.03.2026

■ АКТУАЛЬНОСТЬ

Абсцесс селезенки является редким заболеванием, составляющим не более 1% острых хирургических заболеваний органов брюшной полости [1]. Основным патогенетическим механизмом развития первичных абсцессов селезенки является генерализация бактериальной инфекции по типу септикопиемии. Чаще всего абсцесс селезенки развивается остро на фоне бактериального эндокардита, описаны случаи развития при тяжелой COVID-инфекции, на фоне лейкозов и первичной лимфомы селезенки [2–5]. Значительно реже встречается подострое течение абсцесса селезенки, которое возникает после перенесенной тяжелой инфекции [6] или на фоне аутоиммунных заболеваний [7]. Также описаны абсцессы

селезенки вследствие нагноения травматических гематом и эхинококковых кист [2, 8].

Возбудителями инфекции обычно являются бактерии кишечной группы, хотя описаны случаи специфической инфекции – бруцеллез [9], туберкулез [10].

Клинические проявления абсцесса селезенки складываются из симптомов общеинфекционного синдрома, часто с органной дисфункцией различной выраженности и местных симптомов, клинически проявляющихся болями в левом подреберье с иррадиацией в левую половину грудной клетки, увеличением селезенки, наличием выпота в левой плевральной полости [2–4]. При подостром течении заболевание сопровождается минимальной симптоматикой и субфебрилитетом [11].

Клиническая диагностика абсцесса селезенки сложна, поэтому требует использования инструментальных методов. Высокой чувствительностью и специфичностью обладают УЗИ, КТ, МРТ. Однако большинство авторов считает необходимым использовать УЗИ в качестве скринингового метода, а КТ или МРТ – в качестве подтверждающих методов [2–4, 12]. Описаны случаи, когда постановка дифференциального диагноза занимала несколько месяцев, из-за того что абсцесс селезенки протекал под маской лимфомы селезенки и геморрагического васкулита [4]. Особую сложность представляет диагностика абсцесса селезенки при наличии иммунодефицитных состояний [13].

Лечение данной патологии может быть как консервативным, которое является эффективным в 30% наблюдений [2–4], так и хирургическим, включающим традиционную спленэктомию или пункционное дренирование. При бактериальном эндокардите большинство авторов отдает предпочтение традиционной спленэктомии [2, 3, 11]. В ряде случаев сначала выполняется чрескожное дренирование, а после купирования клиники сепсиса – спленэктомию [11]. Лапароскопическая спленэктомию не выполняется в связи с наличием спаечного процесса и опасности прорыва абсцесса в свободную брюшную полость [2–4, 11].

Необходимо отметить, что лишь немногие авторы отдают предпочтение чрескожному дренированию в качестве основного метода лечения, мотивируя это сохранением селезенки как иммунокомпетентного органа. При этом они отмечают, что ликвидация остаточной полости и сроки ее дренирования составляют несколько недель [14]. Также описаны единичные наблюдения открытых органосохраняющих операций [15, 16].

Летальность при абсцессе селезенки остается высокой – до 50% [3]. Однако обусловлена она не собственно абсцессом селезенки, а генерализацией инфекции – сепсисом.

В статье мы представляем клиническое наблюдение успешного лечения абсцесса селезенки без первичного септического очага у пациентки старческого возраста на фоне тяжелой сердечно-сосудистой патологии и обосновываем отказ от применения малоинвазивных способов лечения.

ОПИСАНИЕ КЛИНИЧЕСКОГО СЛУЧАЯ

Больная Н., 79 лет, поступила в экстренном порядке в состоянии средней тяжести с жалобами на повышение температуры до 38,4° и общее недомогание. Больна около 4 недель, когда появились общее недомогание и повышение температуры по вечерам до 37,3°, которые сама пациентка сочла проявлениями респираторной инфекции. Постепенно лихорадка приобрела гектический характер (до 38,4° по вечерам). Ознобов не было. Боли в животе, диспептические симптомы пациентка также отрицала.

Более 20 лет страдает ИБС. Шесть лет назад перенесла инфаркт миокарда, вследствие которого развилась постоянная форма фибрилляции предсердий с тахисистолией желудочков. Около 3 лет после этого получала клопидогрел. Затем прием антиагрегантов был самостоятельно прекращен. Антикоагулянты не получала. До перенесенного инфаркта отмечала подъемы АД до 160/90 мм рт. ст. После инфаркта АД не повышалось.

В ходе амбулаторного обследования пневмония была исключена. При УЗИ размеры селезенки были незначительно

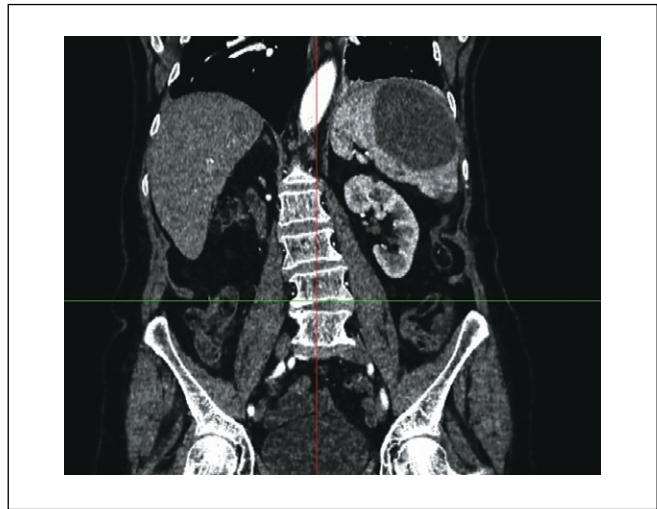


Рисунок 1. Компьютерная томография больной Н. Корональная проекция.

Figure 1. CT scan of patient N. Coronal projection.

увеличены (площадь 72 см²). Большую часть органа занимало выявленное крупное (84 мм в диаметре) однородное экзонегативное образование. В экстренном порядке пациентка была переведена в хирургический стационар с направительным диагнозом «абсцесс селезенки». Из лабораторных исследований выполнялись только общий анализ крови и мочи (обнаружен умеренный лейкоцитоз (11,2·10¹²) и биохимический анализ крови (отклонений не выявлено).

При осмотре в стационаре состояние больной расценено как средней тяжести. Сознание ясное. Температура тела 36,4°С. ЧДД 16 в минуту, дыхание везикулярное. ЧСС 92–106 в минуту, пульс аритмичный 82–96 в минуту. АД 125/75 мм рт. ст. Язык влажный, живот мягкий, слегка чувствительный при пальпации в левом подреберье, печень, селезенка не пальпируются. На голенях и стопах – «мягкие» отеки, не проходящие за ночь. Appetit снижен. Склонность к запорам, стул после приема слабительных. Диурез сохранен.

На основании наличия температурной реакции и данных УЗИ был установлен предварительный диагноз «абсцесс селезенки». С целью верификации диагноза выполнена КТ брюшной полости с внутривенным болюсным контрастированием. Селезенка 118x96x109 мм. Большую часть органа занимает гиподенсное однородное образование неправильной формы размерами 110x78x84 мм плотностью 28–32 НУ со слабым и неоднородным гиперденсным усилением стенок в артериальную фазу (рисунки 1–3). Кровоток по селезеночной артерии и вене сохранен.

Для стратификации операционно-анестезиологического риска выполнена эхокардиография. Выявлено: уплотнение стенок восходящей аорты и створок аортального клапана, створок митрального клапана с регургитацией 2 ст., признаки легочной гипертензии, снижение сократительной функции левого желудочка с фракцией изгнания 33%. Тромбы в предсердиях не обнаружены. Чреспищеводная эхокардиография не выполнялась в силу тяжести состояния и наличия показаний к экстренному хирургическому лечению.

При лабораторных исследованиях отмечена легкая анемия (гемоглобин 116 г/л, эритроциты 3,7·10¹²),

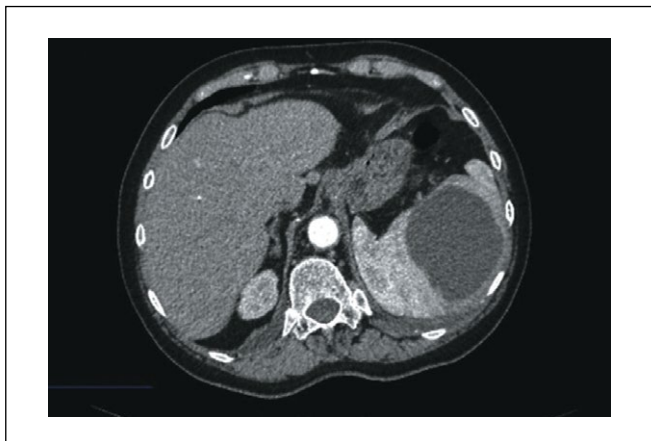


Рисунок 2. Компьютерная томография больной Н. Аксиальная проекция.

Figure 2. CT scan of patient N. Axial projection.



Рисунок 3. Компьютерная томография больной Н. Сагиттальная проекция.

Figure 3. CT scan of patient N. Sagittal projection.

незначительное повышение азотистых шлаков (креатинин 107 мкмоль/л, мочевины 8,1 ммоль/л). Показатели гемостаза были в пределах референтных значений (МНО – 1,05, АЧТВ – 32 сек, тромбоциты – $205 \cdot 10^9$). Обращало на себя внимание отсутствие лейкоцитарной реакции ($4,5 \cdot 10^9$) и изменения в лейкоцитарной формуле (палочкоядерные лейкоциты – 4%; сегментоядерные – 62%; лимфоциты – 28%; моноциты – 4%; эозинофилы – 2%). Концентрация С-реактивного белка была незначительно повышена (8,1 мг/л), уровни фибриногена и D-димеров не были исследованы вследствие краткости предоперационного периода.

На основании данных анамнеза, тромбоцитарной реакции и КТ диагноз «абсцесс селезенки» был подтвержден. На третий день после поступления пациентке выполнена спленэктомия из верхнесрединной лапаротомии. При ревизии в левом поддиафрагмальном пространстве обнаружен рубцово-спаечный процесс. Печень несколько увеличена, уплотнена, гладкая. При осмотре прочих органов брюшной полости явных признаков патологии не выявлено. При разделении спаек выделены тело и верхний полюс селезенки. В нижнем полюсе пальпируется крупное, тонкостенное флюктуирующее образование. Лигированы и пересечены



Рисунок 4. Разделение селезеночно-ободочной связки. Момент вскрытия абсцесса селезенки.

Figure 4. Separation of the splenic-colon ligament. The moment of opening of the spleen abscess.

селезеночно-диафрагмальную связку и сосудистую ножку органа с раздельной обработкой артерии и вены. Просветы сосудов свободны. После этого начато отделение органа от левого изгиба ободочной кишки. В процессе диссекции абсцесс вскрылся, эвакуировано до 150 мл густого серо-коричневого гноя без запаха с примесью детрита ткани селезенки (**рисунок 4**).

Взят материал для бактериологического исследования. Произведено отделение капсулы абсцесса от ободочной кишки. Селезеночно-почечная связка бессосудистая, пересечена. Селезенка удалена. Поддиафрагмальное пространство промыто до чистых вод и дренировано через контрапертуры в левой боковой области двумя трубчатыми дренажами. Рана послойно ушита.

Послеоперационный период протекал без осложнений. На третьи сутки начали отходить газы, повышения температуры не было. По дренажам в первые сутки получено до 100 мл интенсивно окрашенной сукровицы, количество отделяемого прогрессивно сокращалось. Дренажи удалены на 5-е и 6-е сутки. Заживление раны первичное. Выписана на 12-е сутки после операции.

В послеоперационном периоде получала эноксапарин 10000 анти-Ха МЕ/мл 0,4 мл подкожно 2 раза в день, цефоперазон-сульбактам 1,0+1,0 на 0,9% раствора натрия хлорида 250 мл два раза в день внутривенно, кеторолак 3% – 1 мл на 10 мл 0,9% раствора натрия хлорида 3 раза в день внутривенно, омепразол 40 мг на 500 мл 0,9% раствора натрия хлорида 1 раз в день внутривенно.

По данным гистологического исследования в стенке абсцесса обнаружена нейтрофильная инфильтрация с участками тромбоза сосудов. Заключение гистологического исследования – абсцесс селезенки. При исследовании ткани остальной части органа патологических изменений не выявлено.

При бактериологическом исследовании гноя из полости абсцесса выявлен *Enterococcus faecalis* высокой концентрации (10^6 КОЕ).

Заключительный клинический диагноз. Основной: абсцесс селезенки. Осложнения: нет. Сопутствующий: ИБС. Постинфарктный кардиосклероз. Фибрилляция предсердий постоянная форма с тахисистолией желудочков. Недостаточность митрального клапана 2 ст. Н2Б. Церебральный атеросклероз. Дисциркуляторная энцефалопатия 2 ст.

■ ОБСУЖДЕНИЕ

Первой особенностью данного наблюдения является патогенез абсцесса селезенки. Данные литературы указывают, что типичным механизмом развития абсцесса является гематогенная диссеминация при наличии первичного септического очага [2–4]. Эмболия ветвей селезеночной артерии с последующим абсцедированием зоны инфаркта указывается в качестве вероятного, но редкого механизма развития абсцесса [11, 12]. Клинические наблюдения реализации описанного механизма нам обнаружить не удалось.

Гематогенная диссеминация обычно развивается на фоне исходно тяжелого септического заболевания. В рассматриваемом наблюдении ни клиники инфекционного процесса, ни потенциального первичного септического очага в анамнезе обнаружить не удалось. С учетом наличия фибрилляции предсердий с тахисистолией желудочков наиболее вероятным механизмом патогенеза является эмболия селезеночной артерии с развитием инфаркта селезенки и последующим абсцедированием зоны некроза.

При наличии фибрилляции предсердий основным источником тромбэмболии являются предсердия. При эхокардиографии наличие тромбов в предсердиях подтверждено не было, но наиболее достоверно исключение тромбоза предсердий может быть выполнено путем чреспищеводной эхокардиографии [16], которая не проводилась.

Безусловно, вызывает сожаление тот факт, что на протяжении последних нескольких лет пациентка не получала ни антиаритмической, ни антитромботической терапии, которая ей была показана [7] и, возможно, могла бы предотвратить развитие абсцесса селезенки. В то же время в анамнезе не выявлен болевой синдром, характерный для массивной эмболии селезеночной артерии, без которой невозможно развитие инфаркта органа, достаточного для формирования абсцесса. Мелкие инфаркты селезенки в большинстве случаев организуются [2, 11]. Таким образом, достоверно судить о патогенезе развития абсцесса селезенки в рассматриваемом наблюдении не представляется возможным.

Второй особенностью наблюдения можно считать симптоматику инфаркта селезенки. Она обычно складывается

из общих симптомов тяжелой эндогенной интоксикации и местных симптомов поражения органа. Если первая группа симптомов у наблюдавшейся пациентки присутствовала, то вторая группа отсутствовала. Не было ни болей в животе, ни болезненности при пальпации, ни диспептических проявлений. Причина такого клинического течения не ясна. Возможно, она связана со старческим возрастом больной, возможно, с локализацией абсцесса в верхнем полюсе органа, что в некоторой степени изолировало абсцесс от брюшной полости.

Третьей особенностью данного наблюдения мы считаем выбор способа лечения. При подобных размерах абсцесса консервативное лечение бесперспективно. Больной, безусловно, было показано оперативное лечение. Наша клиника располагает достаточным опытом пункционно-дренирующих вмешательств под УЗИ и КТ-навигацией. Также нами выполняется лапароскопическая спленэктомия и лапароскопическая фенестрация кист селезенки. Однако в данном случае мы сознательно отказались от использования малоинвазивных способов лечения, поскольку сроки заболевания заставляли предполагать наличие выраженного спаечного процесса, препятствующего выполнению лапароскопической операции. Отсутствие четкой демаркации и формирования плотной стенки абсцесса приводит к необходимости длительного дренирования полости и неоправданному удлинению сроков лечения, что нежелательно для пациентов старческого возраста с ограниченными возможностями самообслуживания. Данные интраоперационной ревизии и гистологического исследования удаленного органа подтвердили наши предположения.

■ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Абсцесс селезенки является редкой патологией, поэтому большинство хирургов в лучшем случае располагают опытом единичных наблюдений указанного заболевания. Состояние больных с абсцессом селезенки, как правило, достаточно тяжелое.

Эти обстоятельства диктуют необходимость, во-первых, незамедлительно использовать весь доступный спектр дополнительных инструментальных исследований для постановки точного топического диагноза, во-вторых, рационально подходить к выбору способа хирургического лечения. Современные малоинвазивные способы лечения, безусловно, имеют весомые преимущества, однако в ряде случаев их преимущества полностью нивелируются либо повышенным риском, либо не прогнозируемой по длительности реабилитацией пациентов после операции. ■

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ	ADDITIONAL INFORMATION
Источник финансирования. Работа выполнена по инициативе авторов без привлечения финансирования.	Study funding. The study was the authors' initiative without external funding.
Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с содержанием настоящей статьи.	Conflict of interest. The authors declare that there are no obvious or potential conflicts of interest associated with the content of this article.
Участие авторов. Макаров И.В.: концепция и дизайн исследования, анализ и интерпретация данных, редактирование статьи. Грачев Б.Д., Лопухов Е.С.: написание текста и его редактирование. Все авторы одобрили финальную версию статьи перед публикацией, выразили согласие нести ответственность за все аспекты работы, подразумевающую надлежащее изучение и решение вопросов, связанных с точностью или добросовестностью любой части работы.	Contribution of individual authors. Makarov I.V.: concept and design of the study, analysis and interpretation of data, editing of the article. Grachev B.D., Lopukhov E.S.: writing and editing of the text. All authors gave their final approval of the manuscript for submission, and agreed to be accountable for all aspects of the work, implying proper study and resolution of issues related to the accuracy or integrity of any part of the work.

Информированное согласие на публикацию. Авторы получили письменное согласие пациентки на публикацию в журнале медицинских данных и фотографий в обезличенной форме.	Consent for publication. Written consent was obtained from the patient for the depersonalized publication of relevant medical information and all of accompanying images in the journal.
Оригинальность. При создании настоящей работы авторы не использовали ранее опубликованные сведения (текст, иллюстрации, данные).	Statement of originality. No previously published material (text, images, or data) was used in this work.
Доступ к данным. Редакционная политика в отношении совместного использования данных к настоящей работе не применима.	Data availability statement. The editorial policy regarding data sharing does not apply to this work.
Генеративный искусственный интеллект. При создании настоящей статьи технологии генеративного искусственного интеллекта не использовали.	Generative AI. No generative artificial intelligence technologies were used to prepare this article.
Рассмотрение и рецензирование. Настоящая работа подана в журнал в инициативном порядке и рассмотрена по обычной процедуре. В рецензировании участвовали 2 внешних рецензента.	Provenance and peer review. This paper was submitted unsolicited and reviewed following the standard procedure. The peer review process involved 2 external reviewers.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Yurik IG, Grigoryuk AA, Kilin SD. Experience of minimally invasive treatment of spleen abscess under ultrasound control in a patient with a high operational risk. *Pacific Medical Journal*. 2021;2:96-98. [Юрик И.Г., Григорюк А.А., Килин С.Д. Опыт малоинвазивного лечения абсцесса селезенки под контролем ультразвукового исследования у пациентки с высоким операционным риском. *Тихоокеанский медицинский журнал*. 2021;2:96-98]. DOI: [10.34215/1609-1175-2021-2-96-98](https://doi.org/10.34215/1609-1175-2021-2-96-98)
- Çorbacı K, Gürleyik MG, Aktaş A. Splenic abscess: treatment options in a disease with high mortality. *BMC Infect Dis*. 2024;24:1222. DOI: [10.1186/s12879-024-10122-8](https://doi.org/10.1186/s12879-024-10122-8)
- Tyurin VP, Sidorenko LS, Ryabov AL, et al. Splenecolosis in infective endocarditis. *Bulletin of Pirogov National Medical & Surgical Center*. 2011;6(2):28-32. [Тюрин В.П., Сидоренко Л.С., Рябов А.Л., и др. Абсцессы селезенки при инфекционном эндокардите. *Вестник Национального медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова*. 2011;6(2):28-32]. URL: https://www.pirogov-vestnik.ru/upload/uf/33e/magazine_2011_2.pdf
- Dvoretzky LI, Yakovlev SV, Sergeeva EV, Kolendo SE. Abscess of the spleen in a patient with infectious endocarditis. *Terapevticheskij arkhiv*. 2018;90(11):98-101. [Дворецкий Л.И., Яковлев С.В., Сергеева Е.В., Колендо С.Е. Абсцесс селезенки у больной инфекционным эндокардитом. *Терапевтический архив*. 2018;90(11):98-101]. DOI: [10.26442/terarkh201890114-101](https://doi.org/10.26442/terarkh201890114-101)
- Dvoretzky LI, Lutsevich OE, Filippov VV, et al. Primary splenic lymphoma. Case study. *Clinical review for general practice*. 2021;6:6-9. [Дворецкий Л.И., Луцевич О.Э., Филиппов В.В., и др. Первичная лимфома селезенки. Клиническое наблюдение. *Клинический разбор в общей медицине*. 2021;6:6-9]. DOI: [10.47407/kr2021.2.6.00074](https://doi.org/10.47407/kr2021.2.6.00074)
- Mikhailichenko MI, Lobanov SL, Morozov EYu, et al. Splenic abscess as a late complication of acute destructive pancreatitis. *Transbaikalian Medical Bulletin*. 2019;1:26-27. (In Russ.). [Михайличенко М.И., Лобанов С.Л., Морозов Е.Ю., и др. Абсцесс селезенки как позднее осложнение острого деструктивного панкреатита. *Забайкальский медицинский журнал*. 2019;1:26-27]. EDN: [ZCANJR](https://doi.org/10.26442/terarkh201890114-101)
- Ioffe IV, Pepenin AV, Alekseev AV. Multiple abscesses of lien, due to periarteritis nodosa. *Journal of Fundamental Medicine and Biology*. 2014;4:72-74. [Июффе И.В., Пепенин А.В., Алексеев А.В. Множественные абсцессы селезенки, обусловленные узелковым периартериитом. *Журнал фундаментальной медицины и биологии*. 2014;4:72-74]. EDN: [VOABWB](https://doi.org/10.26442/terarkh201890114-101)
- Vyuzhanina AYU, Sharipova RA, Styazhkina SN. A clinical case of splenic abscess. *Modern Science*. 2021;4-4:43-45 (In Russ.). [Вьюжанина А.Ю., Шарипова Р.А., Стяжкина С.Н. Клинический случай абсцесса селезенки. *Modern Science*. 2021;4-4:43-45]. EDN: [PTHADJ](https://doi.org/10.26442/terarkh201890114-101)
- Mukovozova LA, Tokayeva AZ, Bekenova NB, Smail EM. Spleen abscess and hepatitis in brucellosis: clinical case. *Science & Healthcare*. 2023;25(3):284-286. [Муковозова Л.А., Токаева А.З., Бекенова Н.Б., Смайл Е.М. Абсцесс селезенки и гепатит при бруцеллезе: клинический случай. *Наука и здравоохранение*. 2023;25(3):284-286]. DOI: [10.34689/pevsq319](https://doi.org/10.34689/pevsq319)
- Baimakhanov AN, Nurmakov DA, Almataev UK, et al. Abdominal tuberculosis complicated by splenic abscess (clinical case). *Phthisiopulmonology*. 2024;1:94-100. [Баймаханов А.Н., Нурмаков Д.А., Алматаев У.К., и др. Абдоминальный туберкулез, осложненный абсцессом селезенки (клинический случай). *Фтизиопульмонология*. 2024;1:94-100]. DOI: [10.26212/2227-1937.2024.21.40.013](https://doi.org/10.26212/2227-1937.2024.21.40.013)
- Romanova NA, Povarova TV, Khaybekova TV, Parshina SS. Infectious endocarditis with congenital heart disease and complicated by asymptomatic spleen abscess (clinical case). *Saratov journal of medical scientific research*. 2021;17(3):568-571. [Романова Н.А., Поварова Т.В., Хайбекова Т.В., Паршина С.С. Инфекционный эндокардит, развившийся на фоне врожденного порока сердца и осложненный бессимптомным абсцессом селезенки (клинический случай). *Саратовский научно-медицинский журнал*. 2021;17(3):568-571]. URL: <https://ssmj.ru/2021/3/568>
- Grechikhina MV, Gorbunov NA, Andreeva SV, Dergilev AP. The possibilities of diagnostic radiology for the primary identification of spleen abscesses. *Research and Practical Medicine Journal*. 2024;11(3):111-123. [Гречихина М.В., Горбунов Н.А., Андреева С.В., Дергилев А.П. Возможности лучевых методов исследования для первичной диагностики абсцессов селезенки. *Research and Practical Medicine Journal*. 2024;11(3):111-123]. DOI: [10.17709/2410-1893-2024-11-3-9](https://doi.org/10.17709/2410-1893-2024-11-3-9)
- Puchkov SS, Faller AP. Challenges in diagnosing splenic abscesses in HIV-infected patients. *Bulletin of the Medical Institute of Continuing Education*. 2023;3(1):44-51. [Пучков С.С., Фаллер А.П. Трудности диагностики абсцессов селезенки у ВИЧ-инфицированных пациентов. *Вестник Медицинского института непрерывного образования*. 2023;3(1):44-51]. DOI: [10.36107/2782-1714_2023-3-1-44-51](https://doi.org/10.36107/2782-1714_2023-3-1-44-51)
- Stepanova YuA, Borsukov AV, Panchenkov DN. Puncture and catheter-drainage interventions for focal diseases of the spleen. Part IV. *Diagnostic and interventional radiology*. 2010;4(1):77-85. (In Russ.). [Степанова Ю.А., Борсуков А.В., Панченков Д.Н. Пункционные и катетерно-дренирующие вмешательства при очаговых заболеваниях селезенки. Часть IV. *Диагностическая и интервенционная радиология*. 2010;4(1):77-85]. URL: https://radiology-diagnos.ru/sites/default/files/vol4_1_2010_p77-85.pdf
- Grigoriev SE, Apartsin KA. Evidence based medicine in splenic diseases. *Annals of HPB Surgery*. 2016;21(1):119-124. [Григорьев С.Е., Апарцин К.А. Применение принципов доказательной медицины к изучению хирургических заболеваний селезенки. *Анналы хирургической гепатологии*. 2016;21(1):119-124]. DOI: [10.16931/1995-5464.20161119-124](https://doi.org/10.16931/1995-5464.20161119-124)
- Kirchhof P, Auricchio A, et al. Outcome parameters for trials in atrial fibrillation: executive summary. *Eur Heart J*. 2007;28(22):2803-17. DOI: [10.1093/eurheartj/ehm358](https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehm358)