

ISSN 2687-0940 (online)



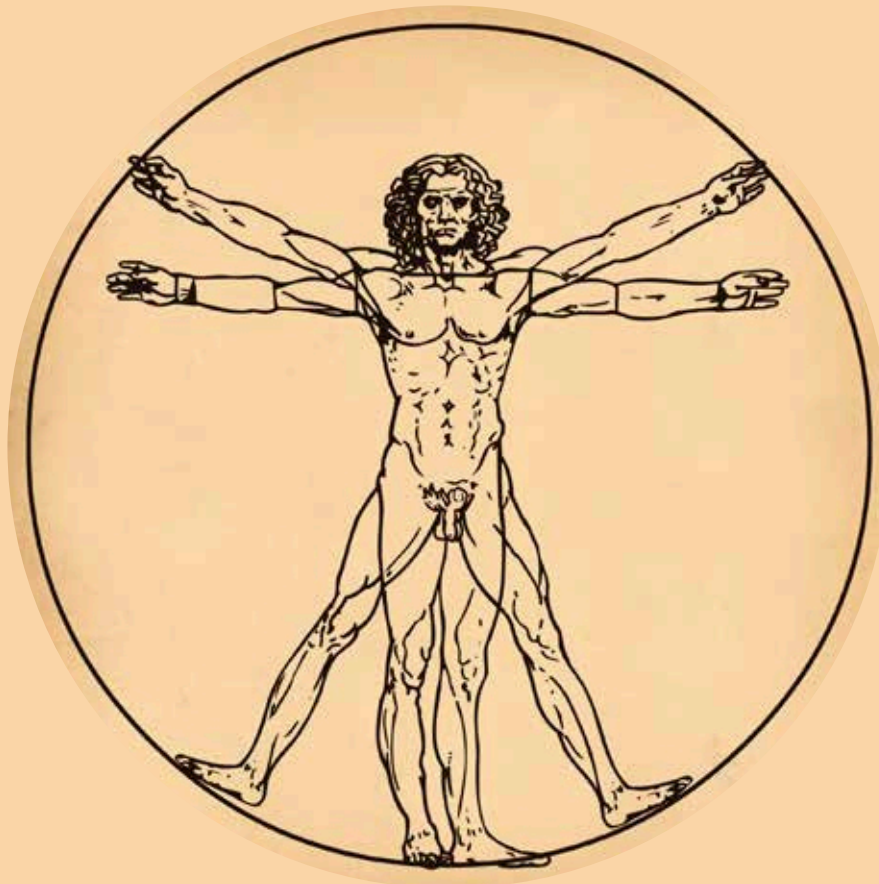
Белгородский  
государственный  
национальный  
исследовательский  
университет

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

# АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ МЕДИЦИНЫ

SCIENTIFIC JOURNAL

## CHALLENGES IN MODERN MEDICINE



2024. Том 47, № 3

# АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ МЕДИЦИНЫ

## 2024. Том 47, № 3

*До 2020 г. журнал издавался под названием «Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Медицина. Фармация»*

Журнал основан и зарегистрирован в Российском индексе научного цитирования (РИНЦ) в 1995 г. Включен в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий ВАК Российской Федерации с 2010 года. С 2020 года издается как электронный журнал. Публикация статей бесплатная.

Разделы журнала: 3.1.18 – внутренние болезни, 3.1.20 – кардиология, 3.1.9 – хирургия, 3.1.7 – стоматология.

**Учредитель:** Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет».

**Издатель:** НИУ «БелГУ».

Адрес издателя: 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85.

### РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ ЖУРНАЛА

#### Главный редактор

*О.А. Ефремова*, доктор медицинских наук, заведующая кафедрой факультетской терапии медицинского института НИУ «БелГУ» (Белгород, Россия)

#### Заместители главного редактора

*А.Л. Ярош*, доктор медицинских наук, и.о. директора Медицинского института, заведующий кафедрой госпитальной хирургии медицинского института НИУ «БелГУ» (Белгород, Россия)

*А.В. Цимбалитов*, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой ортопедической стоматологии медицинского института НИУ «БелГУ» (Белгород, Россия)

#### Научный редактор

*Л.А. Камышеникова*, кандидат медицинских наук, доцент кафедры факультетской терапии медицинского института НИУ «БелГУ» (Белгород, Россия)

#### Ответственный редактор

*В.А. Заводнов* (НИУ «БелГУ», Белгород, Россия)

#### Члены редколлегии:

*С.В. Виллевадьде*, доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой кардиологии факультета подготовки кадров высшей квалификации Института медицинского образования Национального медицинского исследовательского центра имени В.А. Алмазова (Санкт-Петербург, Россия)

*Ю.И. Бузиашвили*, доктор медицинских наук, профессор ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр сердечно-сосудистой хирургии имени А.Н. Бакулева», академик РАН (Москва, Россия)

*С.Н. Гончарев*, доктор медицинских наук, профессор, главный врач ОГАУЗ «Стоматологическая поликлиника г. Старого Оскола» (Старый Оскол, Россия)

*В.К. Гостищев*, доктор медицинских наук, профессор Первого Московского государственного медицинского университета имени И.М. Сеченова, академик РАН (Москва, Россия)

*Е.Г. Григорьев*, доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент РАН, директор Научного центра реконструктивной и восстановительной хирургии СО РАМН, заведующий кафедрой госпитальной хирургии с курсом онкологии Иркутского государственного медицинского университета (Иркутск, Россия)

*Р.С. Карпов*, доктор медицинских наук, профессор, академик РАН, руководитель научного направления Томского НИМЦ, научный руководитель НИИ кардиологии Томского НИМЦ, профессор кафедры факультетской терапии ФГБОУ ВО СибМУ Минздрава России (Томск, Россия)

*В.К. Леонтьев*, доктор медицинских наук, профессор, академик РАН, начальник управления науки Московского государственного медико-стоматологического университета имени А.И. Евдокимова (Москва, Россия)

*М.В. Локтионова*, доктор медицинских наук, профессор кафедры детской, профилактической стоматологии и ортодонтии Первого Московского государственного медицинского университета им. И.М. Сеченова, (Москва, Россия)

*В.П. Михин*, доктор медицинских наук, заведующий кафедрой внутренних болезней № 2 Курского государственного медицинского университета (Курск, Россия)

*А.Г. Мрочек*, доктор медицинских наук, профессор, академик Национальной академии наук Беларуси, главный кардиолог Министерства здравоохранения Белоруссии, директор ГУ «Республиканский научно-практический центр «Кардиология» Министерства здравоохранения (Минск, Республика Беларусь)

*Ю.П. Островский*, доктор медицинских наук, профессор, академик Белорусской академии медицинских наук, лауреат Государственной премии Беларуси в области науки и техники, член-корреспондент НАН Беларуси, заместитель директора по инновационному развитию и высоким технологиям, заведующий лабораторией хирургии сердца РНПЦ «Кардиология» (Минск, Республика Беларусь)

*С.В. Сирак*, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой стоматологии ИПДО Ставропольский государственный медицинский университет (Ставрополь, Россия)

*А.А. Слетов*, доктор медицинских наук, профессор кафедры стоматологии общей практики НИУ «БелГУ» (Белгород, Россия)

*О.В. Хлынова*, доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент РАН, заведующая кафедрой госпитальной терапии Пермского государственного медицинского университета имени академика Е.А. Вагнера (Пермь, Россия)

*А.Ф. Черноусов*, доктор медицинских наук, академик РАН, профессор Первого Московского государственного медицинского университета имени И.М. Сеченова (Москва, Россия)

*Ли Джаикай*, кандидат медицинских наук, стоматолог Стоматологической клиники (Шэньчжэнь, Китай)

ISSN 2687-0940 (online)

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ЭЛ № ФС 77-77833 от 31 января 2020 г.

Выходит 4 раза в год.

Выпускающий редактор Ю.В. Мишенина. Корректур, компьютерная верстка и оригинал-макет А.Н. Оберемок. Редактор англоязычных текстов Е.С. Данилова.

E-mail: efremova@bsu.edu.ru.

Гарнитура Times New Roman, Arial Narrow, Impact. Уч.-изд. л. 15,3. Дата выхода 30.09.2024. Оригинал-макет подготовлен центром полиграфического производства НИУ «БелГУ». Адрес: 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85.

## СОДЕРЖАНИЕ

### КАРДИОЛОГИЯ

- 293 **Зинсу Ж., Мансур Ахмед Т.А., Перуцкий Д.Н., Прибылов С.А., Белоусова О.Н.**  
Обратное ремоделирование левого желудочка у пациентов с многососудистым поражением при инфаркте миокарда после реваскуляризации

### СТОМАТОЛОГИЯ

- 307 **Калугина Я.В., Олейник О.И., Юрченко А.Ю.**  
Влияние ополаскивателей полости рта на стабильность цвета эстетических реставраций
- 316 **Гандылян К.С., Лебедев П.Р., Габбасова И.В., Слетова В.А., Дедиков Д.Н., Кононенко В.И., Осмаев У.М., Слетов А.А.**  
Моделирование краниофациальных повреждений, анализ сроков регенерации и показаний к хирургической коррекции
- 328 **Попкова А.А., Постников М.А., Буракшаев С.А., Свечникова М.В.**  
Оптимизация стоматологического лечения пациентов с гемофилией
- 336 **Симакова А.А., Сухановская А.В., Горбатова М.А., Гржибовский А.М.**  
Взаимосвязь зубочелюстных аномалий с сердечно-сосудистыми заболеваниями
- 348 **Русак Ж.И., Артамонов А.А.**  
К вопросу о совершенствовании качества ортодонтического лечения пациентов с дистальной окклюзией при помощи системы элайнеров

### ХИРУРГИЯ

- 358 **Паршутина А.А., Пархисенко Ю.А., Булынин В.В.**  
Причины задержки в оказании своевременной медицинской помощи пациентам с синдромом диабетической стопы
- 371 **Кривчикова А.П., Ярош А.Л., Олейник Н.В., Солошенко А.В., Братищева Н.Н., Присяжнюк Е.И., Аленичева М.С.**  
Результаты хирургического лечения проляпса в области заднего сегмента тазового дна у пациенток с раком молочной железы на фоне эндокринной терапии
- 381 **Цуканов А.В., Иванов И.С., Абрамова А.Е.**  
Ранние и отдаленные результаты профилактики абдоминального компартмент-синдрома у пациентов с W3 вентральными грыжами
- 388 **Романов М.Д., Давыдкин В.И., Киреева Е.М.**  
Трудности диагностики мезотелиомы брюшины (редкий клинический случай)
- 399 **Пустовгар А.А.**  
Использование робот-ассистированных трепан-биопсий забрюшинных опухолевидных образований под контролем мультиспиральной компьютерной томографии
- 408 **Яшнов А.А., Яшнова Н.Б., Ханина Ю.С., Осоруев А.Г.**  
Кислотно-основное равновесие слюны у больных с различной степенью тяжести течения острого панкреатита
- 418 **Воронцов А.К., Ольшевский А.А., Корсаков А.В., Пархисенко Ю.А., Безалтынных А.А., Сухаруков А.С., Чередников Е.Ф., Трошин В.П., Баранников С.В.**  
Разработка прогностической математической модели травматических повреждений печени

# CHALLENGES IN MODERN MEDICINE

## 2024. Volume 47, No. 3

*Until 2020, the journal was published with the name "Scientific statements of Belgorod State University. Series: Medicine. Pharmacy"*

The journal was founded and registered in the Russian Science Citation Index (RSCI) in 1995. It has been included in the List of leading peer-reviewed scientific journals and publications of the Higher Attestation Commission of the Russian Federation since 2010. Since 2020 it has been published as an electronic journal. Publication of articles is free.

Sections of the journal: 3.1.18 – internal diseases, 3.1.20 – cardiology, 3.1.9 – surgery, 3.1.7 – stomatology.

**Founder:** Federal state autonomous educational establishment of higher education "Belgorod State National Research University".

**Publisher:** Belgorod National Research University "BelSU".

Address of publisher: 85 Pobeda St., Belgorod, 308015, Russia.

### EDITORIAL BOARD OF JOURNAL

#### Chief editor

*Olga A. Efremova*, Doctor of Sciences in Medicine, Head of the Department of Faculty Therapy at the Medical Institute of Belgorod State National Research University (Belgorod, Russia)

#### Deputy of chief editor

*Andrey L. Jarosh*, Doctor of Sciences in Medicine, Head of the Department of Hospital Surgery at the Medical Institute of Belgorod State National Research University (Belgorod, Russia)

*Alexander V. Tsimbalistov*, Doctor of Sciences in Medicine, Professor, Head of the Department of Orthopedic Dentistry at the Medical Institute of Belgorod State National Research University (Belgorod, Russia)

#### Scientific editor

*Lyudmila A. Kamyshnikova*, Candidate of Sciences in Medicine at the Medical Institute of Belgorod State National Research University (Belgorod, Russia)

#### Executive Editor

*Vasily A. Zavodnov*, Belgorod State National Research University (Belgorod, Russia)

#### Editorial board

*Svetlana V. Villevalde*, Doctor of Sciences in Medicine, Professor, Head of the Department of Cardiology, Faculty of Advanced Training, Institute of Medical Education, Almazov National Medical Research Center (St. Petersburg, Russia)

*Yuri I. Buziashvili*, Doctor of Sciences in Medicine, Professor, Bakoulev Scientific Center for Cardiovascular Surgery (Moscow, Russia)

*Sergey N. Gontarev*, Doctor of Sciences in Medicine, Professor, Chief Doctor, Regional Public Independent Healthcare Institution "Stomatological Polyclinic of Sary Oskol" (Sary Oskol, Russia)

*Victor K. Gostishchev*, Doctor of Sciences in Medicine, Professor, The First Sechenov Moscow State Medical University (Moscow, Russia)

*Evgeniy G. Grigoryev*, Doctor of Sciences in Medicine, Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Director of the Scientific Center for Reconstructive and Restorative Surgery of the Siberian Branch of the Russian Academy of Medical Sciences, Head of the Department of Hospital Surgery with a Course of Oncology, Irkutsk State Medical University (Irkutsk, Russia)

*Rostislav S. Karpov*, Doctor of Sciences in Medicine, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Head of the scientific direction of the Tomsk National Research Medical Center, scientific director of the Research Institute of Cardiology of Tomsk National Research Medical Center, professor of the department of faculty therapy of the Siberian Medical University (Tomsk, Russia)

*Valery K. Leontiev*, Doctor of Sciences in Medicine, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Head of the Science Department of the A.I. Evdokimov Moscow State Medical and Dental University (Moscow, Russia)

*Marina V. Loktionova*, Doctor of Sciences in Medicine, Professor, Professor of the Department of Pediatric, Preventive Dentistry and Orthodontics, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Moscow, Russia)

*Vadim P. Mikhin*, Doctor of Sciences in Medicine, Professor, Head of the Department of Internal Medicine No. 2, Kursk State Medical University (Kursk, Russia)

*Alexander G. Mrochek*, Doctor of Sciences in Medicine, Professor, Academician of the National Academy of Sciences of Belarus, Chief Cardiologist of the Ministry of Health of Belarus, Director of the State Institution «Republican Scientific and Practical Center «Cardiology» of the Ministry of Health of the Republic of Belarus (Minsk, Republic of Belarus)

*Yuri P. Ostrovsky*, Doctor of Sciences in Medicine, Professor, Academician of the Belarusian Academy of Medical Sciences, Laureate of the State Prize of Belarus in the field of science and technology, corresponding member of the National Academy of Sciences of Belarus, deputy director for innovative development and high technologies, Head of the laboratory of heart surgery of the Republican Scientific and Practical Center "Cardiology" (Minsk, Republic of Belarus)

*Sergey V. Sirak*, Doctor of Sciences in Medicine, Professor, Head of the Department of Stomatology at the Institute of Additional Professional Education, Stavropol State Medical University (Stavropol, Russia)

*Alexander A. Sletov*, Doctor of Sciences in Medicine, Professor, Professor of the Department of General Practice Dentistry at the Medical Institute of Belgorod State National Research University (Belgorod, Russia)

*Olga V. Hlynova*, Doctor of Sciences in Medicine, Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Head of the Department of Hospital Therapy of Academician E.A. Wagner Perm State Medical University (Perm, Russia)

*Alexander F. Chernousov*, Doctor of Sciences in Medicine, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Professor Sechenov First Moscow State Medical University (Moscow, Russia)

*Li Jiaqi*, Ph.D. of Medical Sciences, dentist, Youmu Dental Clinic, China, Shenzhen

ISSN 2687-0940 (online)

The journal has been registered at the Federal service for supervision of communications information technology and mass media (Roskomnadzor). Mass media registration certificate ЭЛ № ФС 77-77833 from 31.01.2020.

Publication frequency: 4 times per year

Commissioning Editor Yu.V. Mishenina. Pag Proofreading, computer imposition A.N. Oberemok. English text editor E.S. Danilova. E-mail: efremova@bsu.edu.ru. Typeface Times New Roman, Arial Narrow, Impact. Publisher's signature 15.3. Date of publishing: 30.09.2024. Dummy layout has been prepared by Belgorod National Research University Centre of Polygraphic Production. Address: 85 Pobeda St., Belgorod 308015, Russia

## CONTENTS

### CARDIOLOGY

- 293 **Zinsou J., Mansur Ahmed T.A., Perutsky D.N., Pribylov S.A., Belousova O.N.**  
Reverse Left Ventricular Remodeling in Patients with Multivessel Myocardial Infarction after Revascularization

### STOMATOLOGY

- 307 **Kalugina I.V., Oleinik O.I., Yurchenko A.Y.**  
Effect of Mouth Rinses on the Color Stability of Dental Composites
- 316 **Gandylyan K.S., Lebedev P.R., Gabbasova I.V., Sletova V.A., Dedikov D.N., Kononenko V.I., Osmayev U.M., Sletov A.A.**  
Modeling of Craniofacial Lesions, Analysis of Regeneration Time and Indications for Surgical Correction
- 328 **Popkova A.A., Postnikov M.A., Burakshayev S.A., Svechnikova M.V.**  
Optimization of Dental Treatment of Patients with Hemophilia
- 336 **Simakova A.A., Suhanovskaya A.V., Gorbatova M.A., Grjibovski A.M.**  
Associations Between Dental Anomalies and Cardiovascular Diseases
- 348 **Rusak J.I., Artamonov A.A.**  
To the Issue of Improving the Quality of Orthodontic Treatment of Patients with Distal Occlusion Using the Aligner System

### SURGERY

- 358 **Parshutina A.A., Parkhisenko Yu.A., Bulynin V.V.**  
Delay Reasons in Providing Timely Care to Patients with Diabetic Foot Syndrome
- 371 **Krivchikova A.P., Yarosh A.L., Oleynik N.V., Soloshenko A.V., Bratisheva N.N., Prisyazhnyuk E.I., Alenicheva M.S.**  
Surgical Results of the Pelvic Posterior Segment Prolapse in Patients with Breast Cancer Undergoing Endocrine Therapy
- 381 **Tsukanov A.V., Ivanov I.S., Abramova A.E.**  
Early and Long-Term Results of Prevention of Abdominal Compartment Syndrome in Patients with W3 Ventral Hernia
- 388 **Romanov M.D., Davydkin V.I., Kireeva E.M.**  
Difficulties in Diagnosing Peritoneal Mesothelioma (Rare Clinical Case)
- 399 **Pustovgar A.A.**  
The Use of Robot-Assisted Trepan Biopsies of Retroperitoneal Tumors under the Control of Multispiral Computed Tomography
- 408 **Yashnov A.A., Yashnova N.B., Khanina Yu.S., Osoruev A.G.**  
Acid-Base Balance of Saliva in Patients with Varying Degrees of Severity of Acute Pancreatitis
- 418 **Vorontsov A.K., Olshevskiy A.A., Korsakov A.V., Parkhisenko Yu.A., Bezaltynnykh A.A., Sukharukov A.S., Cherednikov E.F., Troshin V.P., Barannikov S.V.**  
Development of a Prognostic Mathematical Model for Traumatic Liver Damage

## КАРДИОЛОГИЯ CARDIOLOGY

УДК 616.132.2

DOI 10.52575/2687-0940-2024-47-3-293-306

Обзор литературы

### Обратное ремоделирование левого желудочка у пациентов с многососудистым поражением при инфаркте миокарда после реваскуляризации

Зинсу Ж.<sup>1</sup> , Мансур Ахмед Т.А.<sup>1</sup> , Перуцкий Д.Н.<sup>1, 2</sup> , Прибылов С.А.<sup>2, 3</sup> ,  
Белоусова О.Н.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>) Белгородский государственный национальный исследовательский университет,  
Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85;

<sup>2</sup>) Белгородская областная клиническая больница Святителя Иоасафа,  
Россия, 308007, г. Белгород, ул. Некрасова, д. 8/9;

<sup>3</sup>) Институт непрерывного образования Курского государственного медицинского университета,  
Россия, 305041, г. Курск, ул. Карла Маркса, д. 3  
E-mail: [zjanv1993@gmail.com](mailto:zjanv1993@gmail.com)

**Аннотация.** Недостаточно изучена роль факторов, приводящих к обратному ремоделированию левого желудочка (ОРЛЖ) у пациентов с многососудистой ишемической болезнью сердца после чрескожного коронарного вмешательства (ЧКВ). Целью данной статьи является предоставление обзора текущего понимания патофизиологии и клинических предикторов ОРЛЖ после полной и неполной реваскуляризации у пациентов с многососудистым поражением коронарного русла. Материалы и методы. Систематический обзор и метаанализ был проведен в поисковых системах: eLIBRARY.RU, PubMed, Medline, ResearchGate, Connected papers и Google Scholar в основном с 2019 по 2024 гг. (85,7 %). ОРЛЖ чаще происходит при проведении полной реваскуляризации при первичной ЧКВ. Комбинация биомаркеров из разных групп (N-концевой пропептид натрийуретического гормона, высокочувствительные тропонины, С-реактивный белок и креатининкиназа) может быть подходящей для прогнозирования обратного ремоделирования, также как и результаты 3D-эхокардиографического исследования объемов и массы желудочков, фракции выброса ЛЖ. Заключение. Полная реваскуляризация осуществима и имеет большие преимущества перед реваскуляризацией только одной инфаркт-обусловленной коронарной артерии.

**Ключевые слова:** ремоделирование миокарда, инфаркт миокарда с подъемом сегмента ST, многососудистое поражение, реваскуляризация, чрескожное коронарное вмешательство, эхокардиография

**Для цитирования:** Зинсу Ж., Мансур Ахмед Т.А., Перуцкий Д.Н., Прибылов С.А., Белоусова О.Н. 2024. Обратное ремоделирование левого желудочка у пациентов с многососудистым поражением при инфаркте миокарда после реваскуляризации. *Актуальные проблемы медицины*, 47(3): 293–306. DOI: 10.52575/2687-0940-2024-47-3-293-306

**Финансирование:** работа выполнена без внешних источников финансирования



## Reverse Left Ventricular Remodeling in Patients with Multivessel Myocardial Infarction after Revascularization

Janvier Zinsou<sup>1</sup> , Ahmed T.A. Mansur<sup>1</sup> , Dmitry N. Perutsky<sup>1,2</sup>

Sergey A. Pribylov<sup>2,3</sup> , Oksana N. Belousova<sup>1</sup>

<sup>1)</sup> Belgorod State National Research University,  
85 Pobeda St., Belgorod 308015, Russia;

<sup>2)</sup> Belgorod Regional Clinical Hospital of St. Joasaph,  
8/9 Nekrasov St., Belgorod 308007, Russia;

<sup>3)</sup> Institute of Continuous Education of Kursk State Medical University,  
3 Karl Marx St., Kursk 305041, Russia

E-mail: [zjanv1993@gmail.com](mailto:zjanv1993@gmail.com)

**Abstract.** The role of factors leading to reverse LV remodeling in patients with multivessel ischemic heart disease after percutaneous coronary intervention (PCI) has not been sufficiently studied. The purpose of this article is to provide a brief and concise review of the current understanding of the pathophysiology, clinical predictors, and studies of LV reverse remodeling after complete and incomplete revascularization in patients with multivessel coronary disease. Materials and methods. A systematic review and meta-analysis was conducted in the search systems: eLIBRARY.RU, PubMed, Medline, ResearchGate, Connected papers and Google Scholar mainly from 2019 to 2024 (85.7 %). Results. The cumulative evidence suggests that key factors that can initiate and maintain remodeling processes include myocardial ischemic injury, chronic inflammation, neurohormonal activation, and oxidative stress. A decrease in all these factors can lead to reverse myocardial remodeling. This is possible with complete revascularization during primary PCI, which leads to improved clinical course and reduced 30-day, 1-year and 3-year mortality rates. A combination of biomarkers from different groups may be suitable for predicting reverse remodeling (brain natriuretic peptide precursor-N-terminal natriuretic hormone propeptide, high-sensitivity troponins, C-reactive protein and creatinine kinase), as well as echocardiographic findings, especially 3D-echocardiographic assessments of ventricular volumes, mass and ejection fraction. Conclusion. Complete revascularization is feasible and has great advantages over revascularization of only one infarct-related coronary artery.

**Keywords:** myocardial remodeling, ST-segment elevation myocardial infarction, multivessel disease, revascularization, percutaneous coronary intervention, echocardiography

**For citation:** Zinsou J., Mansur Ahmed T.A., Perutsky D.N., Pribylov S.A., Belousova O.N. 2024. Reverse Left Ventricular Remodeling in Patients with Multivessel Myocardial Infarction after Revascularization. *Challenges in Modern Medicine*, 47(3): 293–306 (in Russian). DOI: 10.52575/2687-0940-2024-47-3-293-306

**Funding:** The work was carried out without external sources of funding.

---

### Введение

Сердечно-сосудистые заболевания, в частности ишемическая болезнь сердца, являются основными причинами смертности и заболеваемости во всем мире [Ralapanawa, Sivakanesan, 2021]. Число случаев смертей от сердечно-сосудистых заболеваний оценивается примерно в 19,05 миллионов в 2020 году, что на 18,71 % больше, чем в 2010 году [Tsao et al., 2023]. Среди различных заболеваний, которые можно отнести к сердечно-сосудистым заболеваниям, инфаркт миокарда (ИМ) и инсульт являются причиной около 85 % смертей. У пациентов, перенесших острый ИМ, гибель части функционирующего миокарда левого желудочка (ЛЖ) инициирует ряд биохимических сигнальных механизмов, запускающих компенсаторные в своей основе изменения сердца, затрагивающие его размеры, геометрию и функцию. Комплекс этих изменений объединяется понятием постинфарктного ремоделирования [Frantz et al., 2022]. У части пациентов процесс ремоделирования приводит к длительной стабилизации размеров и функции ЛЖ и сопровождается достаточно благоприятным сердечным прогнозом. Вместе с тем у других больных ремоделирование переходит в фазу дезадаптации, которая сопровождается

ется гемодинамически невыгодными, чрезмерно выраженными и/или прогрессирующими изменениями ЛЖ. В результате образуется «порочный круг» прогрессирующего увеличения объемов ЛЖ и снижения его сократительной функции [Nogueira-Garcia et al., 2024]. Возможность прогнозирования неблагоприятного характера постинфарктного ремоделирования ЛЖ равнозначна возможности идентифицировать уже в раннем периоде инфаркт пациентов с высоким риском сердечно-сосудистых осложнений и сердечной смерти в отдаленные сроки.

Многососудистое поражение коронарных артерий ассоциируется с более высокой частотой смертности, является независимым предиктором повторного ИМ и неблагоприятного ремоделирования желудочков, часто сопровождается сердечной недостаточностью, аритмией и другими осложнениями [Liu et al., 2022; Rumiz et al., 2024]. По данным Emily Bryer et al., многососудистое поражение коронарных артерий определяется как стеноз просвета не менее чем на 70 %, по крайней мере в двух основных коронарных артериях или в одной коронарной артерии в дополнение к стенозу левого основного ствола на 50 % или более [Bryer et al., 2020].

**Целью** данной статьи является предоставление краткого и сжатого обзора текущего понимания патофизиологии, клинических предикторов, а также исследований обратного ремоделирования левого желудочка после полной и неполной реваскуляризации у пациентов с многососудистым поражением коронарного русла.

**Материалы и методы.** Поиск и отбор публикаций по исследованиям, касающимся обратного ремоделирования левого желудочка у пациентов с многососудистым поражением при инфаркте миокарда с подъемом сегмента ST (ИМпST) после реваскуляризации, были проведены в поисковых системах по биомедицинским исследованиям: eLIBRARY.RU, PubMed, Medline, ResearchGate и Connected papers в основном с 2019 по 2024 гг. (85,7 %), а также путем введения поисковых запросов в системе Google Scholar. Вводились следующие ключевые слова: myocardial remodeling, STEMI, multivessel lesions, revascularization, reverse revascularization, pathophysiology of remodeling after myocardial infarction, echocardiography in adults, diastolic dysfunction, speckle tracking echocardiography (STE) myocardial infarction. В ходе исследования было проанализировано более 146 статей, касающихся полной реваскуляризации при ИМпST и ремоделирования левого желудочка. Было отобрано 33 статьи, наиболее полно отвечающие целям и задачам проводимого исследования, включая рандомизированные контролируемые исследования, в которых применялись стратегии полной реваскуляризации при остром ИМ у пациентов с многососудистым поражением. Английский и русский язык был установлен в качестве языкового ограничения.

## Результаты и их обсуждение

### Патофизиология ремоделирования левого желудочка при инфаркте миокарда

Ремоделирование миокарда при ИМ можно схематично разделить на две стадии: острую и позднюю. В острой стадии ИМ сократительной функции части миокарда приводит к ранней дилатации ЛЖ для поддержания сердечного выброса. Эта адаптивная дилатация приводит к повышению систолического и диастолического напряжения миокарда и вызывает растяжение зоны некроза и ее истончение. Растяжение миоцитов позволяет повысить сократительную способность неповрежденных участков миокарда по механизму Франка – Старлинга. С увеличением объема желудочков небольшое укорачивание саркомеров достаточно для обеспечения одинакового сердечного выброса. Кроме того, снижение сердечного выброса приводит к активации нейрогормональных систем, основной целью которых является поддержание среднего артериального давления на нормальном уровне главным образом за счет дилатации ЛЖ, периферической вазоконстрикции и задержки жидкости и натрия. На второй стадии адаптивное ремоделирование левого желудочка может развиваться в двух различных направлениях: первое – компенсированное ремоделирование желудочков, характеризующееся нормализацией напряжений стенок сердца и снижением





нейрогормональной активации, и второе – эволюционное ремоделирование желудочков, характеризующееся сохранением повышенного напряжения стенок сердца и нейрогормональной активации [Jiang et al., 2023; Yin et al., 2023].

Исследования, посвященные изучению механизмов ремоделирования, выявили различные пути, способствующие ремоделированию левого желудочка у пациентов с многосудистым поражением коронарного русла. Среди ключевых факторов, способных инициировать и поддерживать процессы ремоделирования, выделяют ишемическое повреждение миокарда, хроническое воспаление, нейрогормональную активацию и окислительный стресс [Камышникова, Ефремова, 2017; Jiang et al., 2023; Yin et al., 2023].

### **Роль ишемии, реперфузионного повреждения и реактивных форм кислорода в процессе ремоделирования ЛЖ**

Неотложное коронарное вмешательство у пациентов с ИМ однозначно приносит пользу, спасает миокард от некроза, уменьшает размер зоны ишемии и препятствует неблагоприятному ремоделированию ЛЖ. Однако реперфузия, направленная на восстановление кровотока в миокарде, может привести к увеличению размера инфаркта. Этот процесс получил название «реперфузионное повреждение». Оно зависит от длительности ишемии, ее тяжести и уровня остаточного кровотока [Heusch, 2020]. На молекулярном уровне сукцинат, накопленный во время ишемии, окисляется после реперфузии, и этот процесс в конечном итоге приводит к образованию реактивных форм кислорода. Хронически повышенное образование кислородных радикалов может вызвать порочный круг гибели миоцитов, дальнейшего ремоделирования через активацию матричных металлопротеиназ, в итоге приводящее к гипертрофии сердца. Кроме того, было признано, что семейство матричных протеаз (матричные металлопротеиназы) и тканевые ингибиторы матричных металлопротеиназ играют важную роль в ремоделировании матрикса при ИМ. Таким образом, ремоделирование миокарда представляет собой совокупность клеточных и внеклеточных процессов [Noque et al., 2024]. Все изменения приводят к хроническому ремоделированию митохондрий, снижению выработки энергии и в конечном итоге способствуют развитию сердечной недостаточности.

### **Роль хронического воспаления**

Доказано, что ИМ запускает воспалительную реакцию, которая в первую очередь представляет собой организованный физиологический процесс [Noque et al., 2024]. Некроз и апоптоз важны для этого процесса и происходят одновременно, но тем не менее вызывают различные изменения. Высвобождаемые внутриклеточные компоненты активируют иммунную систему через врожденные иммунные рецепторы. Воспалительные клетки впоследствии инфильтрируются, чтобы помочь очистить некротические клетки и инициировать реакцию, тем самым обеспечивая адекватное образование рубцовой ткани. Этот сложный ответ включает в себя различные типы воспалительных клеток в разные моменты времени. Некоторые подтипы клеток становятся провоспалительными под действием белков (например, белок, кодирующийся геном *TRPM4* и активирующий канал транзитного рецепторного потенциала меластатина 4) [Boukenna et al., 2023], а другие способствуют заживлению, при этом их дифференцировка и взаимодействие жестко регулируются. Повреждение миокарда вызывает инфильтрацию сердца нейтрофилами и макрофагами, которые устраняют «клеточный мусор», вызывают воспаление путем выработки провоспалительных цитокинов и дополнительно привлекают провоспалительные клетки. Через несколько дней нейтрофилы исчезают и появляются восстанавливающие макрофаги, в то время как Т-клетки регулируют активацию моноцитов, что имеет решающее значение для заживления сердца. Активация Т-клеток происходит в лимфатических узлах, дренирующих сердце, под действием аутоантигенов, высвобождаемых из некротических миоцитов. На заключительной фазе ремоделирования, после формирования твердой рубцовой ткани, неповрежденный участок миокарда привлекает все больше воспалительных клеток [Frantz et al., 2022].

### **Роль нейрогормональной активации и оксидативного стресса**

Известно, что нейрогормональная активация поддерживает сердечно-сосудистый баланс. Когда обе системы (симпатическая нервная система и ренин-ангиотензин-альдостеро-

новая система) хронически активируются высокими уровнями циркулирующего ангиотензина II, они способствуют развитию сердечной недостаточности, ремоделированию миокарда и гибели клеток. Кроме того, уровни активации симпатической нервной системы и ренин-ангиотензин-альдостероновой системы у пациентов коррелируют с тяжестью и исходами сердечной недостаточности и предсказывают плохой прогноз [Frantz et al., 2022].

Окислительный стресс играет решающую роль в модуляции ремоделирования сердца, поскольку он воздействует на различные механизмы, участвующие в этом процессе. Биохимическое взаимодействие между активными кислородсодержащими или азотсодержащими видами, продуктами окислительного стресса, с нуклеиновыми кислотами, липидами и белками определяет структурные изменения и функции, ответственные за несколько патологических процессов, включая сердечно-сосудистые заболевания и ремоделирование сердца. Вредное действие активных форм кислорода непосредственно участвует в патогенезе сердечных тканей. Они способствуют росту миокарда, ремоделированию внеклеточного матрикса и клеточной дисфункции путем активации сигнальных киназ гипертрофии и факторов транскрипции [Martins et al., 2022]. Окислительный стресс может повредить клетки, активируя регуляцию сердечного роста независимо от фактора роста, может инактивировать оксид азота (NO), что приводит к потере его функции, специфичной для миоцитов, может напрямую снижать функцию кардиомиоцитов посредством окислительной модификации белков саркомера, таких как тропомиозин, может вызывать десенсибилизацию миофибрилл кальцием, может активировать натрий-калиевую АТ-Фазу, может нарушать функцию митохондрий или вызывать гибель клеток [Bugger, Pfeil, 2020].

#### **Преимущества полной реваскуляризации при инфаркте миокарда**

Huang-Chung et al. в одном исследовании сравнивали прогноз ИМ с подъемом сегмента ST (ИМпST) у пациентов с многососудистым поражением с прогнозом при поражении одного сосуда и изучили преимущества реваскуляризации инфаркт-несвязанной артерии у пациентов с многососудистым поражением, подвергшихся первичному чрескожному коронарному вмешательству (ЧКВ). В период с 2002 по 2009 год 1 278 пациентов с ИМпST перенесли первичное ЧКВ. Из этих пациентов 717 (56,1 %) с поражением одного сосуда (только обструкция инфаркт-связанной артерии) были отнесены к группе А, а 561 (43,9 %) – с многососудистым поражением коронарных артерий (группа В) были далее разделены на группу 1 (ЧКВ инфаркт-связанной артерии) и группу 2 (поэтапно ЧКВ инфаркт-связанной артерии + инфаркт-несвязанной артерии). Результаты продемонстрировали более низкую степень успешной реперфузии инфаркт-связанной артерии и более высокие показатели 30-дневной и 1-летней смертности в группе В ( $p < 0,001$ ). Несмотря на отсутствие разницы в успешной реперфузии инфаркт-связанной артерии между группой 1 и группой 2, 30-дневная и одногодичная кумулятивная смертность была выше в группе 1. Многомерный анализ выявил многососудистое поражение как независимый предиктор одногодичной смертности ( $p < 0,001$ ). В заключение авторы отметили, что у пациентов с последующим ЧКВ по поводу многососудистого поражения были лучшие показатели 30-дневной и 1-летней смертности, чем у пациентов с консервативным лечением [Huang-Chung et al., 2010].

Согласно данным исследования BIOVASC, проведение многососудистого ЧКВ при остром ИМ осуществимо и безопасно. Полная реваскуляризация привела к улучшению острого клинического течения. Эти данные поддерживают политику полной реваскуляризации во время первичного ЧКВ по поводу ИМпST [Diletti et al., 2023]. Также у лиц пожилой и старческой возрастных групп с полиморбидной патологией огромное преимущество получила стратегия первичного ЧКВ [Осипова, Букатов, 2020].

Mehta et al. при наблюдении в течение 3 лет за больными, перенесшими ИМ с проведением ЧКВ только на инфаркт-зависимой коронарной артерии и ЧКВ с полной реваскуляризацией, получили данные, подтверждающие лучший результат при полной реваскуляризации всех стенозирующих коронарных артерий. Первый исход (совокупность сердечно-сосудистой смерти или ИМ) имел место у 158 из 2 016 пациентов (7,8 %) в группе полной реваскуляризации по сравнению с 213 из 2 025 пациентов (10,5 %) в группе ЧКВ только с поражением инфаркт-зависимой артерии (коэффициент риска 0,74; 95 % доверительный интервал [ДИ] 0,60–



0,91;  $p = 0,004$ ). Второй сопутствующий исход (совокупность сердечно-сосудистой смерти, ИМ или реваскуляризации, вызванной ишемией) имел место у 179 пациентов (8,9 %) в группе полной реваскуляризации по сравнению с 339 пациентами (16,7 %) в группе ЧКВ только с поражением инфаркт-связанной артерии (коэффициент риска 0,51; 95 % ДИ 0,43–0,61;  $p < 0,001$ ). Для обоих сопутствующих первичных результатов преимущество полной реваскуляризации неизменно наблюдалось независимо от предполагаемого времени проведения ЧКВ на интактном участке ( $p = 0,62$  и  $p = 0,27$  для первого и второго сопутствующих первичных результатов соответственно) [Mehta et al., 2019].

Исследование показало, что у пациентов с ИМпСТ и многососудистым поражением полная реваскуляризация, проведенная по результатам измерения фракционного резерва кровотока, значительно снижает риск будущих событий по сравнению с отсутствием дальнейших инвазивных вмешательств после первичного ЧКВ. Этот эффект обусловлен значительно меньшим количеством повторных реваскуляризаций, поскольку смертность от всех причин и нефатальный реинфаркт не различались между группами. Таким образом, чтобы избежать повторной реваскуляризации, пациентам можно проводить ЧКВ инфаркт-связанной артерии и инфаркт-несвязанной артерии во время госпитализации. Пациенты с ИМпСТ с многососудистым поражением могут иметь лучшие клинические исходы после полной реваскуляризации по сравнению с пациентами, которые получили только ЧКВ инфаркт-связанной артерии, но влияние на размер инфаркта, функцию и ремоделирование левого желудочка, а также риск повторного инфаркта неизвестны. По результатам анализа post-hoc исследования DANAMI-3-PRIMULTI, не было различий в окончательном размере инфаркта, фракции выброса, ремоделировании левого желудочка и конечного систолического объема [Kuhl et al., 2019].

В 2019 г. был опубликован результат исследования COMPLETE, целью которого являлось определение влияния сроков проведения ЧКВ инфаркт-несвязанной артерии на основные сердечно-сосудистые исходы, а также преимущества полной реваскуляризации. В итоге 4 041 пациент с ИМпСТ и многососудистыми поражениями был включен в исследование. Больные были рандомизированы для получения ЧКВ инфаркт-несвязанной артерии или ЧКВ инфаркт-связанной артерии. Рандомизация была стратифицирована в зависимости от запланированных исследователем сроков проведения ЧКВ поражения артерии, несвязанной с ИМ, во время или после госпитализации. Первой конечной точкой являлся комбинированный исход смерти от сердечно-сосудистых событий или ИМ. При проведении ЧКВ пораженной артерии, несвязанной с ИМ, запланированном во время госпитализации (медиана 1 день), смертность от сердечно-сосудистых событий или ИМ была ниже при полной реваскуляризации по сравнению с проведением ЧКВ только инфаркт-связанной артерии (коэффициент риска 0,77; 95 % ДИ: 0,59–1,00). При проведении ЧКВ инфаркт-несвязанной артерии, запланированном после выписки из стационара (медиана 23 дня), смертность от сердечно-сосудистых событий или ИМ также снижалась при полной реваскуляризации (коэффициент риска 0,69; 95 % ДИ: 0,49–0,97;  $p = 0,62$ ). Согласно анализу основных показателей, коэффициент риска составил 0,86 (95 % ДИ: 0,59–1,24) в течение первых 45 дней и 0,69 (95 % ДИ: 0,54–0,89) в течение 45 дней и до конца наблюдения для запланированного ЧКВ инфаркт-несвязанной артерии по сравнению с ЧКВ только инфаркт-связанной артерии [Wood et al., 2019].

Rumiz E. с соавторами у 258 пациента оценили влияние полной реваскуляризации в больнице по сравнению с отсроченной (после выписки) реваскуляризацией на продолжительность индексной госпитализации. Было обнаружено значительное сокращение продолжительности пребывания в больнице у тех, кому была назначена стратегия с полной реваскуляризацией после выписки [4 дня (3–5) по сравнению с 7 днями (5–9);  $p = 0,001$ ]. Через 12 месяцев наблюдения не было обнаружено никаких различий в частоте возникновения основных неблагоприятных сердечно-сосудистых событий, 7 (5,34 %) пациентов в группе с полной реваскуляризацией в больнице и 4 (3,15 %) в группе с полной реваскуляризацией после выписки; (коэффициент риска 0,59; 95 % доверительный интервал от 0,17 до 2,02;  $p = 0,397$ ) [Rumiz et al., 2024].

### Методы визуализации в диагностике ремоделирования левого желудочка

Диагноз постинфарктного ремоделирования левого желудочка основывается на выявлении дилатации ЛЖ, которая определяется как увеличение объема и/или размера ЛЖ. Наиболее распространенными методами диагностики являются эхокардиография (ЭхоКГ) и магнитно-резонансная томография (МРТ). ЭхоКГ высоко информативна, неинвазивна, общедоступна, менее дорогостоящая, чем другие методы исследования, превосходный метод динамической оценки геометрии и функции камер сердца [Wu et al., 2023]. Большая часть имеющейся информации о клиническом влиянии ремоделирования ЛЖ получена в результате исследований с использованием ангиографии, однако эхокардиография постепенно дополняет, а часто и заменяет ангиографию в оценке и мониторинге ремоделирования ЛЖ, главным образом благодаря низкому риску и неинвазивности.

Фракция выброса левого желудочка (ФВ ЛЖ), наиболее распространенный показатель сердечной деятельности в клинической практике, который зависит от степени ремоделирования ЛЖ больше, чем от любого другого фактора [Камышникова, Ефремова, 2012; Chudý, Goncalvesová, 2022]. Другие, более точные показатели ремоделирования, такие как объемы и масса ЛЖ, получили большее внимание в клинических исследованиях, чем в клинической практике, однако эти измерения более тесно связаны с прогнозом и влиянием терапии, чем ФВ ЛЖ. В настоящее время эхокардиография остается преобладающим клинически применимым неинвазивным методом выбора. 3D-эхокардиография имеет более высокую точность и воспроизводимость для оценки камер желудочков по сравнению с 2D-эхокардиографией, и в нескольких исследованиях было обнаружено, что 3D-эхокардиографические оценки объемов желудочков, массы и фракции выброса благоприятно коррелируют с данными МРТ [Wu et al., 2023].

Применение ЭхоКГ технологий, таких как STE (Speckle Tracking Echocardiography), может точно выявить ранние нарушения деформации, а также предсказать ремоделирование ЛЖ во время последующего наблюдения [Zhang et al., 2024]. Эхокардиография с использованием технологий STE связана с изменениями объема или функции ЛЖ независимо от лежащих в их основе механизмов и направления деформации. Мета-регрессия демонстрирует сильную связь между пиком продольной систолической деформации и ремоделированием. Во многих исследованиях была подтверждена роль эхокардиографии с использованием технологий STE в прогнозировании ремоделирования левого желудочка после острого ИМ, что представляет собой важную прогностическую информацию, а также в определении времени хирургического вмешательства при бессимптомных заболеваниях клапанов [Lotti et al., 2023; Zhang et al., 2024].

Диастолическая дисфункция хорошо известна как причина сердечной недостаточности и мощный прогностический показатель сердечно-сосудистых событий. Допплеровская эхокардиография была наиболее часто используемым инструментом при ее изучении [Obokata et al., 2020]. Соотношение  $E/e'$  – это один из показателей для оценки диастолической функции пациентов с сердечной недостаточностью и нормальной фракцией выброса.  $E/e'$  отражает давление наполнения левого желудочка. Применение соотношения  $E/e'$  также было изучено у пациентов с острым ИМ, что свидетельствует о прогностических последствиях, коррелирующих с выживаемостью и возникновением дилатации после ИМ. Пациенты, у которых развилось ремоделирование ЛЖ, имели более высокие уровни маркеров некроза миокарда, худший функциональный класс (Killip), более низкую фракцию выброса и более высокую распространенность артериальной гипертензии, при этом соотношение  $E/e'$  было единственным независимым предиктором ремоделирования [Barberato et al., 2013].

### Предикторы ремоделирования ЛЖ и значение обратного ремоделирования

Развитие ремоделирования ЛЖ после ИМ связано с многочисленными факторами, основными из которых являются следующие: обширный трансмуральный ИМ передней локализации, первоначально сниженная ФВ ЛЖ, отсутствие или неэффективность реперфузии, ранняя коронарная реокклюзия, высокое кровяное давление и наличие микрососудистой обструкции. Основными предикторами ремоделирования ЛЖ являются фракция выброса, конечный диастолический объем, индекс массы миокарда, диастолическая дисфункция и биомаркеры [Barberato et al., 2013; Ndrepepa, Kastrati, 2023].



Комбинация биомаркеров из разных групп может быть подходящей для прогнозирования обратного ремоделирования. Для выявления пациентов, подверженных риску развития ремоделирования ЛЖ, проводится скрининг нескольких биомаркеров. Предшественник мозгового натрийуретического пептида – N-концевой пропептид натрийуретического гормона (NT-proBNP), высокочувствительные тропонины, С-реактивный белок и креатининкиназа – это наиболее изученные и часто применяющиеся биомаркеры, которые положительно коррелировали с ремоделированием [Berezin, Berezin, 2020; Węgiel, Rakowski, 2021; Popa et al., 2023]. На концентрацию натрийуретических пептидов влияет напряжение стенки, на которое, в свою очередь, влияют размер камеры ЛЖ, объемы и ФВ ЛЖ. Таким образом, существует связь между измеряемыми концентрациями натрийуретического пептида и ремоделированием ЛЖ. В исследовании PROTECT доказали, что пациенты с большим снижением концентрации NT-proBNP продемонстрировали более существенное снижение ФВ ЛЖ и конечного диастолического объема ЛЖ. После назначенной медикаментозной терапии концентрация NT-proBNP  $\leq 1000$  нг/л также была связана со значительным улучшением диастолической и систолической функций ЛЖ, а также со снижением давления и тяжести митральной регургитации [Liu et al., 2021]. В исследовании пациентов с различными причинами сердечной недостаточности и ФВ ЛЖ  $\leq 40$  % у пациентов с высокочувствительным тропонином Т  $< 11$  нг/л наблюдалась самая высокая частота обратного ремоделирования во время наблюдения. Аналогичные результаты были получены при проведении высокочувствительных анализов на тропонин I [Liu et al., 2021]. Также есть исследование, которое сосредоточило свое внимание на связи между уровнями креатинфосфокиназы-МВ и ремоделированием ЛЖ, доказывая сильную корреляцию между ними [Popa et al., 2023].

Post-hoc анализ исследования PROTECT II изучал обратное ремоделирование ЛЖ у 184 пациентов, которым проводилась эхокардиография после чрескожного коронарного вмешательства и установки устройства IMPELLA или внутриаортального баллонного насоса. Обратное ремоделирование ЛЖ было определено как абсолютное улучшение ФВ ЛЖ на  $\geq 5$  % [Daubert et al., 2015]. Обратное ремоделирование произошло у 93 из 184 пациентов (51 %), и в этой группе ФВ ЛЖ улучшилась на 13,1 % (95 % ДИ 10,2–16,2 %,  $p < 0,001$ ). Обратное ремоделирование чаще наблюдалось у пациентов, получавших 2- или 3-сосудистое ЧКВ, чем у пациентов, получавших 1-сосудистое ЧКВ ( $p = 0,04$ ), или у тех, кому было выполнено только ЧКВ ствола левой коронарной артерии ( $p = 0,28$ ). В модели многомерной логистической регрессии пациенты, получавшие более обширную реваскуляризацию (ЧКВ 2 или 3 сосудов), с большей вероятностью демонстрировали обратное ремоделирование ЛЖ, чем те, кто получал ЧКВ одного сосуда (коэффициент риска 7,52, 95 % ДИ 1,31–43,25). У пациентов, у которых наблюдалось обратное ремоделирование ЛЖ, было значительно меньше событий, чем у пациентов без него (комбинированная смерть, ИМ, инсульт или транзиторная ишемическая атака произошли у 9,7 % пациентов с обратным ремоделированием ЛЖ по сравнению с 24,2 % пациентов без него,  $p = 0,009$ ). Обратное ремоделирование было сходным в двух группах устройств, и ФВ ЛЖ улучшилась на 5,9 % при использовании устройства Impella и на 6,1 % при использовании внутриаортального баллонного насоса ( $p = 0,92$ ) [Yousif Ahmad et al., 2022].

### Заключение

В ходе динамического анализа современной медицинской литературы нами был сформирован вывод, что обратное структурное изменение левого желудочка после ИМпСТ является наилучшим исходом для оценки пользы реваскуляризации. Полная реваскуляризация осуществима и имеет большие преимущества перед реваскуляризацией только одной инфаркт-обусловленной коронарной артерии. Она может остановить или уменьшить ремоделирование левого желудочка, что, в свою очередь, препятствует развитию хронической сердечной недостаточности после ИМ. Тестирование биомаркеров, включая NT-proBNP, тропонин Т, креатинфосфокиназу-МВ, могут улучшать прогностическую ценность обратного

ремоделирования. Эхокардиография является наиболее доступным методом для диагностики и мониторинга ремоделирования ЛЖ. Таким образом, понимание влияния обратного ремоделирования ЛЖ может предоставить ценную информацию для оценки риска ведения пациентов и поиска потенциальных новых методов лечения, направленных на улучшение клинических исходов у пациентов, перенесших ИМпСТ.

### Список литературы

- Камышникова Л.А., Ефремова О.А. 2017. Влияние сопутствующих заболеваний на ремоделирование и дисфункцию сердца при хронической сердечной недостаточности с сохранной фракцией выброса. Клиническая медицина. 95(12): 1070–1076. doi: 10.18821/0023-2149-2017-95-12-1070-1076
- Камышникова Л.А., Ефремова О.А. 2012. Структурно-функциональные изменения миокарда у больных хронической сердечной недостаточностью при лечении спиронолактоном. Клиническая медицина. 90(5): 25–28.
- Осипова О.А., Букатов В.В. 2020. Особенности течения инфаркта миокарда с подъемом сегмента ST у больных пожилого и старческого возраста. Научные результаты биомедицинских исследований. 6(3): 402–416. doi: 10.18413/2658-6533-2020-6-3-0-10
- Barberato S.H., Souza A.M., Costantini C.O., Costantini C.R.F. 2013. Relação E/ e' na predição da remodelação do ventrículo esquerdo após infarto agudo do miocárdio (E/ e' ratio prediction of left ventricular remodeling after acute myocardial infarction). Rev bras ecocardiogr imagem cardiovasc. 26(3): 189–195.
- Berezin A.E., Berezin A.A. 2020. Adverse Cardiac Remodeling after Acute Myocardial Infarction: Old and New Biomarkers. Dis Markers. 2020: 1215802. doi: 10.1155/2020/1215802.
- Boukenna M., Rougier J.S., Aghagolzadeh P., Pradervand S., Guichard S., Hämmerli A.F., Pedrazzini T., Abriel H. 2023. Multiomics Uncover the Proinflammatory Role of Trpm4 Deletion after Myocardial Infarction in Mice. Am. J. Physiol. Heart. Circ. Physiol. 1; 324(4): H504-H518. doi: 10.1152/ajpheart.00671.2022.
- Bryer E., Stein E., Goldberg S. 2020. Multivessel Coronary Artery Disease: The Limitations of a "One-Size-Fits-All" Approach. Mayo. Clin. Proc. Innov. Qual. Outcomes. 4(6): 638–641. doi: 10.1016/j.mayocpiqo.2020.07.014.
- Bugger H., Pfeil K. 2020. Mitochondrial ROS in Myocardial Ischemia Reperfusion and Remodeling. Biochim. Biophys. Acta. Mol. Basis. Dis. 1866(7): 165768. doi: 10.1016/j.bbadis.2020.165768.
- Chudý M., Goncalvesová E. 2022. Prediction of Left Ventricular Reverse Remodelling: A Mini Review on Clinical Aspects. Cardiology. 147(5–6): 521–528. doi: 10.1159/000526986.
- Daubert M.A., Massaro J., Liao L., Pershad A., Mulukutla S., Magnus Ohman E., Popma J., O'Neill W.W., Douglas P.S. 2015. High-Risk Percutaneous Coronary Intervention is Associated with Reverse Left Ventricular Remodeling and Improved Outcomes in Patients with Coronary Artery Disease and Reduced Ejection Fraction. Am. Heart. J. 170: 550–558. doi: 10.1016/j.ahj.2015.06.013.
- Diletti R., den Dekker W.K., Bennett J., Schotborgh C.E., van der Schaaf R., Sabaté M., Moreno R., Ameloot K., van Bommel R., Forlani D., van Reet B., Esposito G., Dirksen M.T., Ruirok W.P.T., Everaert B.R.C., Van Mieghem C., Elscot J.J., Cummins P., Lenzen M., Brugaletta S., Boersma E., Van Mieghem N.M.; BIOVASC Investigators. 2023. Immediate Versus Staged Complete Revascularisation in Patients Presenting with Acute Coronary Syndrome and Multivessel Coronary Disease (BIOVASC): a Prospective, Open-Label, Non-Inferiority, Randomised Trial. Lancet. 401(10383): 1172–1182. doi: 10.1016/S0140-6736(23)00351-3.
- Heusch G. 2020. Myocardial Ischaemia-Reperfusion Injury and Cardioprotection in Perspective. Nat. Rev. Cardiol. 17(12): 773–789. doi: 10.1038/s41569-020-0403-y.
- Hoque M.M., Gbadegoye J.O., Hassan F.O., Raafat A., Lebeche D. 2024. Cardiac Fibrogenesis: an Immuno-Metabolic Perspective. Front Physiol. Mar 21; 15: 1336551. doi: 10.3389/fphys.2024.1336551.
- Huang-Chung Chen, Tzu-Hsien Tsai, Fang H.Y., Sun C.K., Lin Y.C., Leu S., Chung S.Y., Chai H.T., Yang C.H., Hsien Y.K., Wu C.J., Yip H.K. 2010. Benefit of Revascularization in Non-Infarct-Related Artery in Multivessel Disease Patients With ST-Segment Elevation Myocardial Infarction Undergoing Primary Percutaneous Coronary Intervention. Int. Heart. J. 51(5): 319–24. doi: 10.1536/ihj.51.319.
- Jiang H., Fang T., Cheng Z. 2023. Mechanism of Heart Failure after Myocardial Infarction. J. Int. Med. Res. Oct; 51(10): 3000605231202573. doi: 10.1177/03000605231202573.



- Kyhl K., Ahtarovski K.A., Nepper-Christensen L., Ekström K., Ghotbi A.A., Schoos M., Göransson C., Bertelsen L., Helqvist S., Holmvang L., Jørgensen E., Pedersen F., Saunamäki K., Clemmensen P., De Backer O., Høfsten D.E., Køber L., Kelbæk H., Vejlsstrup N., Lønborg J., Engstrøm T. 2019. Complete Revascularization Versus Culprit Lesion Only in Patients With ST-Segment Elevation Myocardial Infarction and Multivessel Disease: A DANAMI-3-PRIMULTI Cardiac Magnetic Resonance Substudy. *JACC Cardiovasc Interv.* 12(8): 721–730. doi: 10.1016/j.jcin.2019.01.248.
- Liu Y., Cui C., Li Y., Wang Y., Hu Y., Bai M., Huang D., Zheng Q., Liu L. 2022. Predictive Value of the Echocardiographic Noninvasive Myocardial Work Index for Left Ventricular Reverse Remodeling in Patients with Multivessel Coronary Artery Disease after Percutaneous Coronary Intervention. *Quant Imaging Med. Surg.* Jul; 12(7): 3725–3737. doi: 10.21037/qims-21-1066.
- Liu Z., Liu L., Cheng J., Zhang H. 2021. Risk Prediction Model Based on Biomarkers of Remodeling in Patients with Acute Anterior ST-Segment Elevation Myocardial Infarction. *Med. Sci. Monit.* 27: e927404. doi: 10.12659/MSM.927404.
- Lotti R., D.E. Marzo V., Della Bona R., Porto I., Rosa G.M. 2023. Speckle-Tracking Echocardiography: State of Art and its Applications. *Minerva Med.* 114(4): 500–515. doi: 10.23736/S0026-4806.21.07317-1.
- Martins D., Garcia L.R., Queiroz D.A.R., Lazzarin T., Tonon C.R., Balin P.D.S., Polegato B.F., de Paiva S.A.R., Azevedo P.S., Minicucci M.F., Zornoff L. Oxidative Stress as a Therapeutic Target of Cardiac Remodeling. *Antioxidants (Basel)*. 2022 Nov 30; 11(12): 2371. doi: 10.3390/antiox11122371.
- Mehta S.R., Wood D.A., Storey R.F., Mehran R., Bailey K.R., Nguyen H., Meeks B., Di Pasquale G., López-Sendón J., Faxon D.P., Mauri L., Rao S.V., Feldman L., Steg P.G., Avezum Á., Sheth T., Pinilla-Echeverri N., Moreno R., Campo G., Wrigley B., Kedev S., Sutton A., Oliver R., Rodés-Cabau J., Stanković G., Welsh R., Lavi S., Cantor W.J., Wang J., Nakamya J., Bangdiwala S.I., Cairns J.A.; 2019. Complete Trial Steering Committee and Investigators. Complete Revascularization with Multivessel PCI for Myocardial Infarction. *N. Engl. J. Med.* Oct 10; 381(15): 1411–1421. doi: 10.1056/NEJMoa1907775.
- Ndrepepa G., Kastrati A. 2023. Coronary No-Reflow after Primary Percutaneous Coronary Intervention-Current Knowledge on Pathophysiology, Diagnosis, Clinical Impact and Therapy. *J. Clin. Med.* Aug 27; 12(17): 5592. doi: 10.3390/jcm12175592.
- Nogueira-Garcia B., Vilela M., Oliveira C., Caldeira D., Martins A.M., Nobre Menezes M. 2024. A Narrative Review of Revascularization in Chronic Coronary Syndrome/Disease: Concepts and Misconceptions. *J. Pers. Med.* May 10; 14(5): 506. doi: 10.3390/jpm14050506.
- Obokata M., Reddy Y.N.V., Borlaug B.A. 2020. Diastolic Dysfunction and Heart Failure With Preserved Ejection Fraction: Understanding Mechanisms by Using Noninvasive Methods. *JACC Cardiovasc Imaging.* Jan; 13(1 Pt 2): 245–257. doi: 10.1016/j.jcmg.2018.12.034.
- Popa D.M., Macovei L., Moscalu M., Sascău R.A., Stătescu C. 2023. The Prognostic Value of Creatine Kinase-MB Dynamics after Primary Angioplasty in ST-Elevation Myocardial Infarctions. *Diagnostics.* 13(19): 3143. doi.org/10.3390/diagnostics13193143.
- Ralapanawa U., Sivakanesan R. 2021. Epidemiology and the Magnitude of Coronary Artery Disease and Acute Coronary Syndrome: A Narrative Review. *J. Epidemiol. Glob. Health.* Jun; 11(2): 169–177. doi: 10.2991/jegh.k.201217.001.
- Rumiz E., Valero E., Fernandez C., Vilar J.V., Pellicer M., Cubillos A., Berenguer A., Facila L., Vaño J., Nuñez J. 2024. In-Hospital Versus After-Discharge Complete Revascularization in Patients with ST Segment Elevation Myocardial Infarction and Multivessel Disease. REVIVA-ST trial. *PLoS One.* May 14; 19(5): e0303284. doi: 10.1371/journal.pone.0303284.
- Frantz S., Hundertmark M.J., Schulz-Menger J., Bengel F.M., Bauersachs J. 2022. Left Ventricular Remodelling Post-Myocardial Infarction: Pathophysiology, Imaging, and Novel Therapies. *Eur. Heart. J.* 43(27): 2549–2561. doi: 10.1093/eurheartj/ehac223.
- Tsao C.W., Aday A.W., Almarzooq Z.I., Anderson C.A.M., Arora P., Avery C.L., Baker-Smith C.M., Beaton A.Z., Boehme A.K., Buxton A.E., Commodore-Mensah Y., Elkind M.S.V., Evenson K.R., Eze-Nliam C., Fugar S., Generoso G., Heard D.G., Hiremath S., Ho J.E., Kalani R., Kazi D.S., Ko D., Levine D.A., Liu J., Ma J., Magnani J.W., Michos E.D., Mussolino M.E., Navaneethan S.D., Parikh N.I., Poudel R., Rezk-Hanna M., Roth G.A., Shah N.S., St-Onge M.P., Thacker E.L., Virani S.S., Voeks J.H., Wang N.Y., Wong N.D., Wong S.S., Yaffe K., Martin S.S.; American Heart Association Council on Epidemiology and Prevention Statistics Committee and Stroke Statistics

- Subcommittee. 2023. Heart Disease and Stroke Statistics-2023 Update: A Report From the American Heart Association. *Circulation*. 147(8): e93–e621. doi: 10.1161/CIR.0000000000001123.
- Węgiel M., Rakowski T. 2021. Circulating Biomarkers as Predictors of Left Ventricular Remodeling after Myocardial Infarction. *Postępy Kardiologii Interwencyjnej*. 17(1): 21–32. doi: 10.5114/aic.2021.104764.
- Wood D.A., Cairns J.A., Wang J., Mehran R., Storey R.F., Nguyen H., Meeks B., Kunadian V., Tanguay J.F., Kim H.H., Cheema A., Dehghani P., Natarajan M.K., Jolly S.S., Amerena J., Keltai M., James S., Hlinomaz O., Niemela K., Al Habib K., Lewis B.S., Nguyen M., Sarma J., Dzavik V., Della Siega A., Mehta S.R.; COMPLETE Investigators. 2021. Timing of Staged Nonculprit Artery Revascularization in Patients With ST-Segment Elevation Myocardial Infarction: COMPLETE Trial. *J. Am. Coll. Cardiol.* 74(22): 2713–2723. doi: 10.1016/j.jacc.2019.09.051.
- Wu V.C., Kitano T., Chu P.H., Takeuchi M. 2023. Left Ventricular Volume and Ejection Fraction Measurements by Fully Automated 3D Echocardiography Left Chamber Quantification Software Versus CMR: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J. Cardiol. Jan*; 81(1): 19–25. doi: 10.1016/j.jjcc.2022.08.007.
- Yin X., Yin X., Pan X., Zhang J., Fan X., Li J., Zhai X., Jiang L., Hao P., Wang J., Chen Y. 2023. Post-Myocardial Infarction Fibrosis: Pathophysiology, Examination, and Intervention. *Front Pharmacol.* Mar 28; 14: 1070973. doi: 10.3389/fphar.2023.1070973.
- Yousif Ahmad, Petrie M.C., Jolicœur E.M., Madhavan M.V., Velazquez E.J., Moses J.W., Lansky A.J., Stone G.W. 2022. PCI in Patients with Heart Failure: Current Evidence, Impact of Complete Revascularization, and Contemporary Techniques to Improve Outcomes. *Journal of the Society for Cardiovascular Angiography & Interventions*, Volume 1, Issue 2, 2022, 100020, ISSN 2772-9303, doi.org/10.1016/j.jscai.2022.100020.
- Zhang S., Zhou Q., Li X., Wang Y., Ma L., Huang D., Li G. 2024. Value of 2D Speckle Tracking Technique Combined with Real-Time 3-Dimensional Echocardiography in the Evaluation of the Right Atrial Function in Patients with 3-Branch Coronary Artery Disease without Myocardial Infarction. *Medicine (Baltimore)*. May 3; 103(18): e38058. doi: 10.1097/MD.00000000000038058.

## References

- Kamyshnikova L.A., Efremova O.A. 2017. Vliyanie soputstvuyushhih zabolevanij na remodelirovanie i disfunkciju serdca pri hronicheskoy serdechnoj nedostatochnosti s sohrannoj frakciej vybrosa [Impact of Comorbidities on Cardiac Remodeling and Dysfunction in Chronic Heart Failure with Preserved Ejection Fraction]. *Klinicheskaja medicina [Clinical Medicine]*. 95(12): 1070–1076. doi: 10.18821/0023-2149-2017-95-12-1070-1076
- Kamyshnikova L.A., Efremova O.A. 2012. Strukturno-funkcional'nye izmenenija miokarda u bol'nyh hronicheskoy serdechnoj nedostatochnost'ju pri lechenii spironolaktonom [Structural and Functional Changes in the Myocardium in Patients with Chronic Heart Failure During Treatment with Spironolactone]. *Klinicheskaja medicina [Clinical Medicine]*. 90(5): 25–28.
- Osipova O.A., Bukatov V.V. 2020. Osobennosti techeniya infarkta miokarda s pod`emom segmenta ST u bol'nyx pozhilogo i starcheskogo vozrasta [Features of the Course of Myocardial Infarction with ST Segment Elevation in Elderly and Senile Patients]. *Nauchny'e rezul'taty' biomedicinskix issledovanij [Scientific Results of Biomedical Research]*. 6(3): 402–416. doi: 10.18413/2658-6533-2020-6-3-0-10
- Barberato S.H., Souza A.M., Costantini C.O., Costantini C.R.F. 2013. Relação E/ e` na predição da remodelação do ventrículo esquerdo após infarto agudo do miocárdio (E/ e` ratio prediction of left ventricular remodeling after acute myocardial infarction). *Rev bras ecocardiogr imagem cardiovasc.* 26(3): 189–195.
- Berezin A.E., Berezin A.A. 2020. Adverse Cardiac Remodeling after Acute Myocardial Infarction: Old and New Biomarkers. *Dis Markers*. 2020: 1215802. doi: 10.1155/2020/1215802.
- Boukenna M., Rougier J.S., Aghagolzadeh P., Pradervand S., Guichard S., Hämmerli A.F., Pedrazzini T., Abriel H. 2023. Multiomics Uncover the Proinflammatory Role of Trpm4 Deletion after Myocardial Infarction in Mice. *Am. J. Physiol. Heart. Circ. Physiol.* 1; 324(4): H504–H518. doi: 10.1152/ajpheart.00671.2022.
- Bryer E., Stein E., Goldberg S. 2020. Multivessel Coronary Artery Disease: The Limitations of a "One-Size-Fits-All" Approach. *Mayo. Clin. Proc. Innov. Qual. Outcomes*. 4(6): 638–641. doi: 10.1016/j.mayocpiqo.2020.07.014.
- Bugger H., Pfeil K. 2020. Mitochondrial ROS in Myocardial Ischemia Reperfusion and Remodeling. *Biochim. Biophys. Acta. Mol. Basis. Dis.* 1866(7): 165768. doi: 10.1016/j.bbadis.2020.165768.





- Chudý M., Gonçalvesová E. 2022. Prediction of Left Ventricular Reverse Remodelling: A Mini Review on Clinical Aspects. *Cardiology*. 147(5–6): 521–528. doi: 10.1159/000526986.
- Daubert M.A., Massaro J., Liao L., Pershad A., Mulukutla S., Magnus Ohman E., Popma J., O'Neill W.W., Douglas P.S. 2015. High-Risk Percutaneous Coronary Intervention is Associated with Reverse Left Ventricular Remodeling and Improved Outcomes in Patients with Coronary Artery Disease and Reduced Ejection Fraction. *Am. Heart. J.* 170: 550–558. doi: 10.1016/j.ahj.2015.06.013.
- Diletti R., den Dekker W.K., Bennett J., Schotborgh C.E., van der Schaaf R., Sabaté M., Moreno R., Ameloot K., van Bommel R., Forlani D., van Reet B., Esposito G., Dirksen M.T., Ruifrok W.P.T., Everaert B.R.C., Van Mieghem C., Elscot J.J., Cummins P., Lenzen M., Brugaletta S., Boersma E., Van Mieghem N.M.; BIOVASC Investigators. 2023. Immediate Versus Staged Complete Revascularisation in Patients Presenting with Acute Coronary Syndrome and Multivessel Coronary Disease (BIOVASC): a Prospective, Open-Label, Non-Inferiority, Randomised Trial. *Lancet*. 401(10383): 1172–1182. doi: 10.1016/S0140-6736(23)00351-3.
- Heusch G. 2020. Myocardial Ischaemia-Reperfusion Injury and Cardioprotection in Perspective. *Nat. Rev. Cardiol.* 17(12): 773–789. doi: 10.1038/s41569-020-0403-y.
- Hoque M.M., Gbadegoye J.O., Hassan F.O., Raafat A., Lebeche D. 2024. Cardiac Fibrogenesis: an Immuno-Metabolic Perspective. *Front Physiol.* Mar 21; 15: 1336551. doi: 10.3389/fphys.2024.1336551.
- Huang-Chung Chen, Tzu-Hsien Tsai, Fang H.Y., Sun C.K., Lin Y.C., Leu S., Chung S.Y., Chai H.T., Yang C.H., Hsien Y.K., Wu C.J., Yip H.K. 2010. Benefit of Revascularization in Non-Infarct-Related Artery in Multivessel Disease Patients With ST-Segment Elevation Myocardial Infarction Undergoing Primary Percutaneous Coronary Intervention. *Int. Heart. J.* 51(5): 319–24. doi: 10.1536/ihj.51.319.
- Jiang H., Fang T., Cheng Z. 2023. Mechanism of Heart Failure after Myocardial Infarction. *J. Int. Med. Res.* Oct; 51(10): 3000605231202573. doi: 10.1177/03000605231202573.
- Kyhl K., Ahtarovski K.A., Nepper-Christensen L., Ekström K., Ghotbi A.A., Schoos M., Göransson C., Bertelsen L., Helqvist S., Holmvang L., Jørgensen E., Pedersen F., Saunamäki K., Clemmensen P., De Backer O., Høfsten D.E., Køber L., Kelbæk H., Vejlsstrup N., Lønborg J., Engstrøm T. 2019. Complete Revascularization Versus Culprit Lesion Only in Patients With ST-Segment Elevation Myocardial Infarction and Multivessel Disease: A DANAMI-3-PRIMULTI Cardiac Magnetic Resonance Substudy. *JACC Cardiovasc Interv.* 12(8): 721–730. doi: 10.1016/j.jcin.2019.01.248.
- Liu Y., Cui C., Li Y., Wang Y., Hu Y., Bai M., Huang D., Zheng Q., Liu L. 2022. Predictive Value of the Echocardiographic Noninvasive Myocardial Work Index for Left Ventricular Reverse Remodeling in Patients with Multivessel Coronary Artery Disease after Percutaneous Coronary Intervention. *Quant Imaging Med. Surg.* Jul; 12(7): 3725–3737. doi: 10.21037/qims-21-1066.
- Liu Z., Liu L., Cheng J., Zhang H. 2021. Risk Prediction Model Based on Biomarkers of Remodeling in Patients with Acute Anterior ST-Segment Elevation Myocardial Infarction. *Med. Sci. Monit.* 27: e927404. doi: 10.12659/MSM.927404.
- Lotti R., D.E. Marzo V., Della Bona R., Porto I., Rosa G.M. 2023. Speckle-Tracking Echocardiography: State of Art and its Applications. *Minerva Med.* 114(4): 500–515. doi: 10.23736/S0026-4806.21.07317-1.
- Martins D., Garcia L.R., Queiroz D.A.R., Lazzarin T., Tonon C.R., Balin P.D.S., Polegato B.F., de Paiva S.A.R., Azevedo P.S., Minicucci M.F., Zornoff L. Oxidative Stress as a Therapeutic Target of Cardiac Remodeling. *Antioxidants (Basel)*. 2022 Nov 30; 11(12): 2371. doi: 10.3390/antiox11122371.
- Mehta S.R., Wood D.A., Storey R.F., Mehran R., Bainey K.R., Nguyen H., Meeks B., Di Pasquale G., López-Sendón J., Faxon D.P., Mauri L., Rao S.V., Feldman L., Steg P.G., Avezum Á., Sheth T., Pinilla-Echeverri N., Moreno R., Campo G., Wrigley B., Kedev S., Sutton A., Oliver R., Rodés-Cabau J., Stanković G., Welsh R., Lavi S., Cantor W.J., Wang J., Nakamya J., Bangdiwala S.I., Cairns J.A.; 2019. Complete Trial Steering Committee and Investigators. Complete Revascularization with Multivessel PCI for Myocardial Infarction. *N. Engl. J. Med.* Oct 10; 381(15): 1411–1421. doi: 10.1056/NEJMoa1907775.
- Ndrepepa G., Kastrati A. 2023. Coronary No-Reflow after Primary Percutaneous Coronary Intervention-Current Knowledge on Pathophysiology, Diagnosis, Clinical Impact and Therapy. *J. Clin. MedAug* 27; 12(17): 5592. doi: 10.3390/jcm12175592.
- Nogueira-Garcia B., Vilela M., Oliveira C., Caldeira D., Martins A.M., Nobre Menezes M. 2024. A Narrative Review of Revascularization in Chronic Coronary Syndrome/Disease: Concepts and Misconceptions. *J. Pers. Med.* May 10; 14(5): 506. doi: 10.3390/jpm14050506.

- Obokata M., Reddy Y.N.V., Borlaug B.A. 2020. Diastolic Dysfunction and Heart Failure With Preserved Ejection Fraction: Understanding Mechanisms by Using Noninvasive Methods. *JACC Cardiovasc Imaging*. Jan; 13(1 Pt 2): 245–257. doi: 10.1016/j.jcmg.2018.12.034.
- Popa D.M., Macovei L., Moscalu M., Sascău R.A., Stătescu C. 2023. The Prognostic Value of Creatine Kinase-MB Dynamics after Primary Angioplasty in ST-Elevation Myocardial Infarctions. *Diagnostics*. 13(19): 3143. doi.org/10.3390/diagnostics13193143.
- Ralapanawa U., Sivakanesan R. 2021. Epidemiology and the Magnitude of Coronary Artery Disease and Acute Coronary Syndrome: A Narrative Review. *J. Epidemiol. Glob. Health*. Jun; 11(2): 169–177. doi: 10.2991/jegh.k.201217.001.
- Rumiz E., Valero E., Fernandez C., Vilar J.V., Pellicer M., Cubillos A., Berenguer A., Facila L., Vaño J., Nuñez J. 2024. In-Hospital Versus After-Discharge Complete Revascularization in Patients with ST Segment Elevation Myocardial Infarction and Multivessel Disease. *REVIVA-ST trial*. *PLoS One*. May 14; 19(5): e0303284. doi: 10.1371/journal.pone.0303284.
- Frantz S., Hundertmark M.J., Schulz-Menger J., Bengel F.M., Bauersachs J. 2022. Left Ventricular Remodelling Post-Myocardial Infarction: Pathophysiology, Imaging, and Novel Therapies. *Eur. Heart. J.* 43(27): 2549–2561. doi: 10.1093/eurheartj/ehac223.
- Tsao C.W., Aday A.W., Almarzooq Z.I., Anderson C.A.M., Arora P., Avery C.L., Baker-Smith C.M., Beaton A.Z., Boehme A.K., Buxton A.E., Commodore-Mensah Y., Elkind M.S.V., Evenson K.R., Eze-Nliam C., Fugar S., Generoso G., Heard D.G., Hiremath S., Ho J.E., Kalani R., Kazi D.S., Ko D., Levine D.A., Liu J., Ma J., Magnani J.W., Michos E.D., Mussolino M.E., Navaneethan S.D., Parikh N.I., Poudel R., Rezk-Hanna M., Roth G.A., Shah N.S., St-Onge M.P., Thacker E.L., Virani S.S., Voeks J.H., Wang N.Y., Wong N.D., Wong S.S., Yaffe K., Martin S.S.; American Heart Association Council on Epidemiology and Prevention Statistics Committee and Stroke Statistics Subcommittee. 2023. Heart Disease and Stroke Statistics-2023 Update: A Report From the American Heart Association. *Circulation*. 147(8): e93–e621. doi: 10.1161/CIR.0000000000001123.
- Węgiel M., Rakowski T. 2021. Circulating Biomarkers as Predictors of Left Ventricular Remodeling after Myocardial Infarction. *Postępy Kardiologii Interwencyjnej*. 17(1): 21–32. doi: 10.5114/aic.2021.104764.
- Wood D.A., Cairns J.A., Wang J., Mehran R., Storey R.F., Nguyen H., Meeks B., Kunadian V., Tanguay J.F., Kim H.H., Cheema A., Dehghani P., Natarajan M.K., Jolly S.S., Amerena J., Keltai M., James S., Hlinomaz O., Niemela K., Al Habib K., Lewis B.S., Nguyen M., Sarma J., Dzavik V., Della Siega A., Mehta S.R.; COMPLETE Investigators. 2021. Timing of Staged Nonculprit Artery Revascularization in Patients With ST-Segment Elevation Myocardial Infarction: COMPLETE Trial. *J. Am. Coll. Cardiol.* 74(22): 2713–2723. doi: 10.1016/j.jacc.2019.09.051.
- Wu V.C., Kitano T., Chu P.H., Takeuchi M. 2023. Left Ventricular Volume and Ejection Fraction Measurements by Fully Automated 3D Echocardiography Left Chamber Quantification Software Versus CMR: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J. Cardiol.* Jan; 81(1): 19–25. doi: 10.1016/j.jjcc.2022.08.007.
- Yin X., Yin X., Pan X., Zhang J., Fan X., Li J., Zhai X., Jiang L., Hao P., Wang J., Chen Y. 2023. Post-Myocardial Infarction Fibrosis: Pathophysiology, Examination, and Intervention. *Front Pharmacol.* Mar 28; 14: 1070973. doi: 10.3389/fphar.2023.1070973.
- Yousif Ahmad, Petrie M.C., Jolicoeur E.M., Madhavan M.V., Velazquez E.J., Moses J.W., Lansky A.J., Stone G.W. 2022. PCI in Patients with Heart Failure: Current Evidence, Impact of Complete Revascularization, and Contemporary Techniques to Improve Outcomes. *Journal of the Society for Cardiovascular Angiography & Interventions*, Volume 1, Issue 2, 2022, 100020, ISSN 2772-9303, doi.org/10.1016/j.jscai.2022.100020.
- Zhang S., Zhou Q., Li X., Wang Y., Ma L., Huang D., Li G. 2024. Value of 2D Speckle Tracking Technique Combined with Real-Time 3-Dimensional Echocardiography in the Evaluation of the Right Atrial Function in Patients with 3-Branch Coronary Artery Disease without Myocardial Infarction. *Medicine (Baltimore)*. May 3; 103(18): e38058. doi: 10.1097/MD.00000000000038058.

**Конфликт интересов:** о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

**Conflict of interest:** no potential conflict of interest related to this article was reported.

Поступила в редакцию 03.02.2024

Received February 03, 2024

Поступила после рецензирования 07.06.2024

Revised June 07, 2024

Принята к публикации 02.08.2024

Accepted August 02, 2024



## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Зинсу Жанвьер**, аспирант госпитальной терапии, медицинский институт, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Белгород, Россия

 [ORCID: 0009-0000-4201-6551](https://orcid.org/0009-0000-4201-6551)

**Мансур Ахмед Т.А.**, аспирант госпитальной терапии, медицинский институт, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Белгород, Россия

 [ORCID: 0009-0007-9502-2075](https://orcid.org/0009-0007-9502-2075)

**Перуцкий Дмитрий Николаевич**, кандидат медицинских наук, заведующий отделением функциональной диагностики ОГБУЗ «Белгородская областная клиническая больница Святителя Иоасафа», доцент кафедры госпитальной терапии, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Белгород, Россия

 [ORCID: 0000-0001-5580-1102](https://orcid.org/0000-0001-5580-1102)

**Прибылов Сергей Александрович**, доктор медицинских наук, профессор кафедры внутренних болезней, Институт непрерывного образования Курского государственного медицинского университета, г. Курск, Россия; заместитель главного врача по медицинской части, Белгородская областная клиническая больница Святителя Иоасафа, Белгород, Россия

 [ORCID: 0000-0003-1402-6896](https://orcid.org/0000-0003-1402-6896)

**Белоусова Оксана Николаевна**, доктор медицинских наук, доцент, профессор кафедры госпитальной терапии, врач-эндокринолог, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Белгород, Россия

 [ORCID: 0000-0001-6862-0829](https://orcid.org/0000-0001-6862-0829)

## INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Janvier Zinsou**, Postgraduate Student, Department of Hospital Therapy of the Medical Institute, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia

**Ahmed T.A. Mansur**, Postgraduate Student, Department of Hospital Therapy of the Medical Institute, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia

**Dmitry N. Perutsky**, Candidate of Sciences in Medicine, Head of Functional Diagnostics Department, Belgorod Regional Clinical Hospital of St. Joseph, Associate Professor of the Department of Hospital Therapy, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia

**Sergey A. Pribylov**, Doctor of Medicine, Professor of Internal Diseases Department, Institute of Continuing Education, Kursk State Medical University, Kursk; Deputy Chief Physician for Medical Affairs of Belgorod Regional Clinical Hospital of St. Joseph, Belgorod, Russia

**Oksana N. Belousova**, Doctor of Sciences in Medicine, Associate Professor, Professor of the Department of Hospital Therapy, Endocrinologist, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia

# СТОМАТОЛОГИЯ STOMATOLOGY

УДК 616.31-085

DOI 10.52575/2687-0940-2024-47-3-307-315

Оригинальное исследование

## Влияние ополаскивателей полости рта на стабильность цвета эстетических реставраций

Калугина Я.В. , Олейник О.И. , Юрченко А.Ю.

Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко,  
Россия, 394036, г. Воронеж, ул. Студенческая, д. 10E-mail: [yar-yana1991@mail.ru](mailto:yar-yana1991@mail.ru)

**Аннотация.** На протяжении последних десятилетий ведется интенсивная работа над расширением возможностей эстетической стоматологии, со стороны пациентов также увеличился круг требований. Одним из основных условий длительного срока службы пломбировочного материала является тщательный уход за полостью рта с использованием полного арсенала имеющихся гигиенических средств. Проведен анализ влияния ополаскивателей полости рта с различными активными компонентами (фтором, хлоргексидином, биглюконатом, экстрактами лекарственных растений) на уровень гигиены полости рта, а также на качество пломбы, в частности на цвет эстетической реставрации после их применения. В результате исследования во всех исследуемых группах произошло значительное улучшение гигиены полости рта (снижение показателей индекса API). Однако установлено негативное влияние жидкого средства, содержащего в своем составе хлоргексидин биглюконат (Waterdent «Ополаскиватель для полости рта хлоргексидин со вкусом мяты») на качество композитных реставраций. Использование дополнительных средств гигиены полости рта позволяет снизить риск возникновения кариеса, однако их подбор должен быть персонализированным, чтобы не оказывать негативного влияния на эстетику композитных реставраций.

**Ключевые слова:** профилактика кариеса, ополаскиватели полости рта, композитные материалы, кариес, гигиена полости рта

**Для цитирования:** Калугина Я.В., Олейник О.И., Юрченко А.Ю. 2024. Влияние ополаскивателей полости рта на стабильность цвета эстетических реставраций. *Актуальные проблемы медицины*, 47(3): 307–315. DOI: 10.52575/2687-0940-2024-47-3-307-315

**Финансирование:** работа выполнена без внешних источников финансирования

## Effect of Mouth Rinses on the Color Stability of Dental Composites

Iana V. Kalugina , Olga I. Oleinik , Anastasiya Y. Yurchenko

N.N. Burdenko Voronezh State Medical University,  
10 Studencheskaya St., Voronezh 394036, RussiaE-mail: [yar-yana1991@mail.ru](mailto:yar-yana1991@mail.ru)

**Abstract.** Over the past decades, intensive work has been carried out to expand the possibilities of aesthetic dentistry; the range of demands from patients has also increased. One of the main conditions for the long service life of filling material is careful oral care using the full arsenal of available hygiene products.

© Калугина Я.В., Олейник О.И., Юрченко А.Ю., 2024



We analyzed the effect of mouth rinses with various active ingredients (fluorine, chlorhexidine digluconate, medicinal plant extracts) on the level of oral hygiene, as well as on the quality of the filling, in particular on the color of the aesthetic restoration after their use. At the end of the study, all subjects experienced a significant improvement in oral hygiene (decrease in API scores). However, a negative effect of a liquid product containing chlorhexidine digluconate (Waterdent “Chlorhexidine mouthwash with mint flavor”) on the quality of composite restorations has been established. The use of additional oral hygiene products can reduce the risk of caries, but their selection must be personalized so as not to have a negative impact on the aesthetics of composite restorations.

**Keywords:** caries prevention, mouth rinses, composite materials, caries, oral hygiene

**For citation:** Kalugina I.V., Oleinik O.I., Yurchenko A.Y. 2024. Effect of Mouth Rinses on the Color Stability of Dental Composites. *Challenges in Modern Medicine*, 47(3): 307–315 (in Russian). DOI: 10.52575/2687-0940-2024-47-3-307-315

**Funding:** The work was carried out without external sources of funding.

---

## Введение

На данном этапе развития стоматологии значительно расширился круг требований со стороны пациентов. Сегодня процедура пломбирования как простое заполнение дефекта твердых тканей зубов пломбировочным материалом повсеместно вытесняется реставрацией – полным соответствием цвета композита тканям зуба с соблюдением всех анатомических и физиологических факторов. Однако после пломбирования зубов на композитные реставрации влияют различные факторы полости рта, вызывающие химические и оптические изменения материала [Бордина и др., 2018; Eltahlah et al., 2018; Choi et al., 2019; Ozkanoglu, Akin, 2020; Jakubovics et al., 2021]. Поэтому персонифицированный подход к выбору средств гигиены полости рта для пациентов, имеющих эстетические реставрации, важен, так как он обеспечивает более продолжительный срок их службы, способствует сохранению цвета и улучшает гигиеническое состояние полости рта [Олейник и др., 2022; Олейник, Калугина, 2023]. Ежедневное механическое удаление зубных отложений происходит во время чистки зубов щеткой и пастой, однако очищение их апроксимальных поверхностей вызывает определенные сложности в связи с затрудненным доступом [Ansai et al., 2000; Muthu et al., 2021]. Поэтому для более эффективной гигиены полости рта необходимо применение дополнительных средств, а именно ополаскивателей полости рта [Токмакова и др., 2023; Muniz et al., 2020]. Доказано, что активные компоненты (фтор, хлоргексидин биглюконат, экстракты лекарственных средств и др.), входящие в их состав, препятствуют образованию зубного налета, в том числе в труднодоступных участках в полости рта, повышая тем самым уровень гигиены полости рта, увеличивая срок службы имеющихся у пациентов эстетических реставраций [Махсудова и др., 2018; Крутых, 2021; Сабанцева и др., 2021; Шаковец и др., 2021; Пиньковская и др., 2022].

## Материалы и методы исследования

Нами были обследованы 100 пациентов стоматологической клиники ВГМУ стоматологического отделения № 1 в возрасте 18–40 лет, которым необходимо было провести лечение первичного или вторичного (рецидивного) кариеса полостей II, III и IV классов по Блэку, соответствующего диагнозу по МКБ-10 – K02.1 Кариес дентина. Выбор локализации именно II, III и IV классов обусловлен возможностью изучения динамики индекса API после применения ополаскивателей полости рта. При отборе контингента пациентов из исследования исключали лиц с тяжелыми соматическими патологиями (сахарным диабетом, гастроэзофагеальной рефлюксной болезнью ГЭРБ и др.).

При постановке пломб у всех испытуемых в качестве пломбировочного материала использовали Omnichroma («Tokuyama Dental», Япония). Выбор данного композита обусловлен тем, что он является универсальным для зубов любого оттенка от A1 до D4. При его использовании нет необходимости предварительного определения цвета зуба по специальной шкале, так как при фотополимеризации данный материал моментально оптически интегрируется с твердыми тканями зуба, приобретая их оттенок за счет эффекта «хамелеона». Вышеуказанный материал сочетает в себе прочность гибридов с долговременной эстетикой и хорошей полируемостью.

Для исследования влияния ополаскивателей полости рта на реставрации были выбраны средства с различными активными компонентами: R.O.C.S «Двойная мята», PRESIDENT PROFI Classic «Для ежедневного ухода» и Waterdent «Ополаскиватель для полости рта хлоргексидин со вкусом мяты» (табл. 1).

Таблица 1

Table 1

Активные компоненты ополаскивателей полости рта  
Active components of mouth rinses

| Ополаскиватели полости рта                                             | Активные компоненты     |      |                    |
|------------------------------------------------------------------------|-------------------------|------|--------------------|
|                                                                        | Хлоргексидин биглюконат | Фтор | Экстракт ламинарии |
| R.O.C.S. «Двойная мята»                                                |                         |      | +                  |
| President Profi Classic «Для ежедневного ухода»                        |                         | +    |                    |
| Waterdent «Ополаскиватель для полости рта хлоргексидин со вкусом мяты» | +                       |      |                    |

Перед началом исследования всем испытуемым была проведена профессиональная гигиена полости (по швейцарскому протоколу GBT) и обучение правильной технике чистки зубов. Для объективной оценки результатов все пациенты использовали одинаковую зубную пасту «Colgate Total» и зубную щетку Colgate «Классика здоровья» средней жесткости. Чистка зубов была регулярная (утром и вечером), ее время составляло 4 минуты по стандартному методу Г.Н. Пахомова. Также все участники исследования ежедневно (2 раза в день), а также после каждого приема еды использовали назначенные ополаскиватели полости рта. Время проведения исследования составило 3 месяца.

Перед началом лечения у всех пациентов произвели оценку состояния уровня гигиены на апроксимальных поверхностях с помощью индекса (API) (Lange D.E., Plagmann., 1977). Для исследования брали в первом и третьем секстантах оральные поверхности зубов, а во втором и четвертом – вестибулярные. В межзубных промежутках двух рядом стоящих зубов при помощи стоматологического зонда определяли отсутствие или наличие зубного налета. Если на кончике зонда был зубной налет, то ставили 1 балл, при его отсутствии – 0 баллов (табл. 2).

API рассчитывали по следующей формуле:

$$API = \frac{\sum \text{пр}}{\sum \text{ап}} * 100 \%$$

$$API = \frac{\sum \text{пр}}{\text{число обследованных зубов пациента}} * 100 \%,$$

где  $\sum \text{пр}$  – сумма положительных результатов определения зубного налета,  
 $\sum \text{ап}$  – сумма определений на апроксимальных участках.



Таблица 2  
Table 2

Оценка индекса API (Lange D.E., Plagmann., 1977)  
Assessment of the API index (Lange D.E., Plagmann., 1977)

| Баллы | Критерии                                  |
|-------|-------------------------------------------|
| 0     | зубного налета в межзубном промежутке нет |
| 1     | зубной налет в межзубном промежутке есть  |

Интерпретация индекса налета на аппроксимальных поверхностях зубов (API) (Lange D.E., Plagmann., 1977) представлена в таблице 3.

Таблица 3  
Table 3

Интерпретация индекса налета на аппроксимальных поверхностях зубов (API)  
(Lange D.E., Plagmann., 1977)  
Interpretation of plaque index on the approximal surfaces of teeth (API) (Lange D.E., Plagmann, 1977)

| Значение API | Уровень гигиены полости рта | Критерии                                                                                                                                                                                                                                 |
|--------------|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| < 25 %       | оптимальный                 | оптимальный уровень гигиены полости рта                                                                                                                                                                                                  |
| 25 %–39 %    | удовлетворительный          | достаточный уровень гигиены полости рта; при значениях более 30 % возможен кариес зубов и патология пародонта                                                                                                                            |
| 40 %–69 %    | неудовлетворительный        | неудовлетворительное гигиеническое состояние полости рта; необходима консультация по средствам и методам личной гигиены полости рта; проведение контрольного обучения рациональной гигиены полости рта до установления API не более 30 % |
| 70 %–100 %   | недопустимый                | недопустимое гигиеническое состояние полости рта; необходима коррекция гигиены и вмешательства для устранения воспалительных изменений в пародонте                                                                                       |

Значение API менее 35 % свидетельствует об активном участии пациента в лечебных мероприятиях.

В соответствии с дизайном исследования все пациенты были разделены на 4 группы. После лечения кариеса с использованием композитного материала Omnicroma («Tokuyama Dental») 1-й группе был назначен ополаскиватель полости рта R.O.C.S. «Двойная мята», 2-й группе – President Profi Classic «Для ежедневного ухода», 3-й группе – Waterdent «Ополаскиватель для полости рта хлоргексидин со вкусом мяты». В контрольной 4-й группе ополаскиватель полости рта не был рекомендован, пациенты использовали только зубную пасту и зубную щетку. Все лица применяли ополаскиватели полости рта 2 раза в день после чистки зубов на протяжении всего периода исследования (трех месяцев).

Для оценки качества реставраций зубов, в частности влияния ополаскивателей полости рта на цвет композитного материала, использовали критерии G. Ryge (табл. 4).



Таблица 4  
Table 4

Система оценки и критерии для подбора цвета по G. Ryge  
Rating system and criteria for color selection according to G. Ryge

| <div> <div> <div>Да</div> <div>Нет</div> </div> <div> <div>↑</div> <div>↓</div> </div> <div> <div>↑</div> <div>↓</div> </div> <div>Система оценки и критерии для подбора цвета</div> </div> |                                        |                                        |          |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|----------|-----|
| Тест                                                                                                                                                                                        | Пломбировочный материал металлический? | Не оценивается                         | Название | Код |
|                                                                                                                                                                                             | <div> <div>→</div> <div>↓</div> </div> |                                        | Hotel    | H   |
| Осмотр с расстояния 18 дюймов без зеркала при пломбах на передних зубах, с зеркалом при пломбах на задних зубах                                                                             | <div> <div>→</div> <div>↓</div> </div> | <div> <div>→</div> <div>↓</div> </div> | Oscar    | O   |
|                                                                                                                                                                                             | <div> <div>→</div> <div>↓</div> </div> |                                        | Alfa     | A   |
|                                                                                                                                                                                             | <div> <div>→</div> <div>↓</div> </div> |                                        | Bravo    | B   |
|                                                                                                                                                                                             | <div> <div>→</div> <div>↓</div> </div> |                                        | Charlie  | C   |

Для анализа полученных результатов использовалась программа Statistica версии 10.0. Данные собирались и анализировались статистически с учетом t-критерия Стьюдента. Результаты считались достоверными при  $p \leq 0,05$ .

### Полученные результаты и их обсуждение

Через 3 месяца всем пациентам повторно провели определение индекса API и оценили изменение цвета пломбировочного материала после применения назначенных ополаскивателей полости рта в каждой обследуемой группе.

После анализа полученных данных наблюдается значительное снижение показателей индекса API в каждой группе. Так, при применении ополаскивателя R.O.C.S. «Двойная мята» среднее значение индекса API уменьшилось с  $63,5 \pm 2,8$  до  $39,7 \pm 2,4$  через 3 месяца. В группе пациентов, использующей President Profi Classic «Для ежедневного ухода», средний показатель индекса API в начале исследования составил  $54,3 \pm 2,9$ , в конце исследования –  $34,1 \pm 3,1$ . В группе, применяющей Waterdent «Ополаскиватель для полости рта хлор-гексидин со вкусом мяты», среднее значение индекса API до применения ополаскивателей





составило  $59,5 \pm 2,3$ , через 3 месяца –  $37,4 \pm 2,5$ . И в контрольной группе средний показатель API в начале исследования составил  $61,3 \pm 2,6$ , а через 3 месяца уменьшился до  $48,9 \pm 2,2$ .

Таким образом, в каждой группе произошло снижение показателей индекса API; там, где использовали ополаскиватель, уровень гигиены полости рта стал удовлетворительным. В контрольной группе снижение значение индекса API произошло из-за проведенной профессиональной гигиены полости рта и обучения правильной чистке зубов, однако средний показатель индекса API по группе составил  $48,9 \pm 2,2$ , что соответствует неудовлетворительной гигиене полости рта.

Результаты оценки состояния композитных реставраций по критериям G. Ryge представлены в таблице 5.

Таблица 5  
Table 5

Оценка цветовой адаптации композиционных материалов в полостях II, III и IV классов по Блэку по критериям G. Ryge в исследуемых группах  
Assessment of color adaptation of composite materials in II, III and IV class cavities according to Black according to G. Ryge criteria in study groups

| Показатель            |         | Исследуемые группы                            |                                                                          |                                                                                                 |                                          | p          |
|-----------------------|---------|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|------------|
|                       |         | Группа № 1<br>(R.O.C.S.<br>«Двойная<br>мята») | Группа № 2<br>(President Profi<br>Classic «Для<br>ежедневного<br>ухода») | Группа № 3<br>Waterdent «Ополаски-<br>ватель для полости<br>рта хлоргексидин со<br>вкусом мяты» | Группа<br>№ 4<br>Контроль-<br>ная группа |            |
| Цветовая<br>адаптация | Alfa    | $44,0 \pm 8,1$                                | $42,0 \pm 8,1$                                                           | $25,6 \pm 6,9$                                                                                  | $40,0 \pm 8,0$                           | $p < 0,05$ |
|                       | Bravo   | $54,0 \pm 8,1$                                | $52,0 \pm 8,1$                                                           | $53,8 \pm 6,4$                                                                                  | $50,0 \pm 8,1$                           | $p < 0,05$ |
|                       | Charlie | 0                                             | 0                                                                        | $20,5 \pm 6,9$                                                                                  | 0                                        | $p < 0,05$ |

\*  $p < 0,05$  между нормативами и полученными показателями в каждой группе.  
 $p < 0.05$  between the standards and the obtained indicators in each group.

Несоответствие цвета реставраций твердым тканям коронок зубов встречалось чаще у пациентов в группе, применяющей ополаскиватель Waterdent «Ополаскиватель для полости рта хлоргексидин со вкусом мяты», где индекс Charlie по Ryge составил  $20,53 \pm 6,99$ . В этой группе цвет реставрации изменился и приобрел серый оттенок. Во всех остальных группах были лишь незначительные допустимые отклонения в цвете пломбы. Можно предположить, что активный компонент хлоргексидина биглюконата, входящий в состав ополаскивателя Waterdent, оказывает негативное влияние на композитный материал при длительном применении.

## Выводы

Сегодня на консультации у врача-стоматолога пациента интересует не просто срок службы пломбы, актуальным является запрос о сохранении именно эстетического результата лечения. Несомненно, что новые разработки композитных материалов открывают перед специалистами практически безграничные возможности в эстетике реставрационных работ. Поэтому чрезвычайно актуальными для данного контингента пациентов являются рекомендации стоматолога по уходу за полостью рта помимо информации о повторных визитах в клинику. Проведенные клинические исследования показали, что применение ополаскивателей с различными активными компонентами в комплексе с другими гигиеническими и лечебно-профилактическими средствами, а также проведение профессиональной

чистки зубов у лиц с эстетическими реставрациями значительно повышают уровень индивидуальной гигиены полости рта. Однако Waterdent «Ополаскиватель для полости рта хлоргексидин со вкусом мяты», оказывающий положительное влияние на гигиеническое состояние полости рта, при этом негативно влияет на цвет композитных пломб, тем самым снижая желаемое качество реставрационных мероприятий.

Применение ополаскивателей R.O.C.S. «Двойная мята» и President Profi Classic «Для ежедневного ухода» значительно улучшило уровень гигиены полости рта пациентов, а их применение значительного влияния на цвет композитных пломб не оказало, что позволяет рекомендовать использование вышеуказанных средств в течение продолжительного времени.

### Список литературы

- Бордина Г.Е., Лопина Н.П., Блинова А.В., Бордин Д.А. 2018. Дисколориты зубов: химия возникновения и эффективного отбеливания. Российский стоматологический журнал, 22 (3): 124–128. doi: 10.18821/1728-2802-2018-22-3-124-128.
- Крутых В.С. 2021. Исследование антимикробных свойств зубных паст и ополаскивателей для полости рта. Международный исследовательский форум студентов и учащихся (сборник статей Международной научно-практической конференции): 237–243. doi: 10.46916/29042021-3-978-5-00174-214-2
- Махсудова Д.И., Плешков В.Ю., Батурлина С.Н. 2018. Изучение антибактериальных свойств ополаскивателей для полости рта. Академическая наука – проблемы и достижения (Материалы XVI Международной научно-практической конференции), 2: 25–32.
- Олейник О.И., Калугина Я.В., Вусатая Е.В., Олейник Е.А., Брыкина А.А. 2022. Роль и место жидких средств гигиены в системе лечебно-профилактических мероприятий при заболеваниях зубов и пародонта. Системный анализ и управление в биомедицинских системах, 21(2): 43–53.
- Олейник О.И., Калугина Я.В. 2023. Водородный показатель ополаскивателей полости рта как критерий эффективности профилактики кариеса. Прикладные информационные аспекты медицины, 26(4): 26–33.
- Пиньковская Д.Ю., Василевич М.С., Кравченко Р.В. 2022. Определение антимикробной активности ополаскивателей для полости рта по отношению к грамположительным микроорганизмам. Молодая фармация – потенциал будущего (Сборник материалов XII Всероссийской научной конференции студентов и аспирантов с международным участием): 387–389.
- Сабанцева Е.Г., Дмитриева Н.А., Авраменко Е.А., Иванова Е.В., Ежова Е.Г., Почивалин В.П. 2021. Оценка эффективности применения ополаскивателя, содержащего антисептик октенидинадигидрохлорид. Стоматология, 100(2): 32–39. doi: 10.17116/stomat202110002132
- Токмакова С.И., Бондаренко О.В., Луницына Ю.В., Жукова Е.С., Мокренко Е.В., Гайдарова Т.А., Яровая А.О. 2023. Исследование влияния стоматологических ополаскивателей на микробиоту полости рта. Стоматология детского возраста и профилактика, 23(1): 4–14. doi:10.33925/1683-3031-2023-561
- Шаковец Н.В., Антоненко А.Н., Филипенко С.С., Гордиенко Л.В., Марейко А.М. 2021. Оценка противомикробной эффективности кариеспрофилактического ополаскивателя. Современная стоматология, 2(83): 63–67.
- Ansai T., Tahara A., Ikeda M., Katoh Y., Miyazaki H., Takehara T. 2000. Influence of Colonization with Mutans Streptococci on Caries Risk in Japanese Preschool Children: 24-Month Survival Analysis. Pediatr Dent, 22(5): 377–380.
- Choi J.W., Lee M.J., Oh S.H., Kim K.M. 2019. Changes in the Physical Properties and Color Stability of Aesthetic Restorative Materials Caused by Various Beverages. Dental Materials Journal, 38(1): 33–40. doi: 10.4012/dmj.2017-247.
- Eltahlah D., Lynch C.D., Chadwick B.L., Blum I.R., Wilson N.H.F. 2018. An Update on the Reasons for Placement and Replacement of Direct Restorations. Journal of Dentistry, 72: 1–7. doi: 10.1016/j.jdent.2018.03.001
- Jakubovics N.S., Goodman S.D., Mashburn-Warren L., Stafford G.P., Cieplik F. 2021. The Dental Plaque Biofilm Matrix. Periodontology 2000, 86(1): 32–56. doi: 10.1111/prd.12361.



- Muniz F.W.M.G., Cavagni J., Langa G.P.J., Stewart B., Malheiros Z., Rösing C.K. 2020. A Systematic Review of the Effect of Oral Rinsing with H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> on Clinical and Microbiological Parameters Related to Plaque, Gingivitis, and Microbes. *Int. J. Dent.*, 2020: 18. doi: 10.1155/2020/8841722.
- Muthu M.S., Kirthiga M., Lee J.C., Kayalvizhi G., Mathur V.P., Kandaswamy D., Jayakumar N. 2021. OXIS Contacts as a Risk Factor for Approximal Caries: A Retrospective Cohort Study. *Pediatr Dent.* Jul 15, 43(4): 296–300.
- Ozkanoglu S., Akin E.G.G. 2020. Evaluation of the Effect of Various Beverages on the Color Stability and Microhardness of Restorative Materials. *Nigerian Journal of Clinical Practice*, 23(3): 322–328. doi: 10.4103/njcp.njcp\_306\_19.

## References

- Bordina G.E., Lopina N.P., Blinova A.V., Bordin D.A. 2018. Dental Discolorites: the Chemistry of Awareness and Actual Denial. *Russian Dental Magazine* (in Russian). 22(3): 124–128. doi:10.18821/1728-2802-2018-22-3-124-128.
- Krutyh V.S. 2021. Investigation of Antimicrobial Properties of Toothpastes and Mouthwashes. *International Research Forum of Students and Pupils (Collection of Articles of the International Scientific and Practical Conference)* (in Russian) 237–243. doi:10.46916/29042021-3-978-5-00174-214-2.
- Mahsudova D.I., Pleshkov V.Ju., Baturina S.N. 2018. Izuchenie antibakterial'nyh svoystv opolaskivatelej dlja polosti rta [The Study of the Antibacterial Properties of Mouthwashes]. *Akademicheskaja nauka – problemy i dostizhenija* (Materialy XVI Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii), 2: 25–32.
- Olejnik O.I., Kalugina I.V., Vusataja E.V., Olejnik E.A., Brykina A.A. 2022. Rol' i mesto zhidkih sredstv gigeny v sisteme lechebno-profilakticheskikh meroprijatij pri zabolevaniyah zubov i parodonta [The Role and Place of Liquid Hygiene Products in the System of Treatment and Preventive Measures for Dental and Periodontal Diseases]. *Sistemnyj analiz i upravlenie v biomedicinskih sistemah*, 21(2): 43–53.
- Olejnik O.I., Kalugina I.V. 2023. Vodorodnyj pokazatel' opolaskivatelej polosti rta kak kriterij jeffektivnosti profilaktiki kariesa [Hydrogen Value of Mouth Rinses as a Criterion for the Effectiveness of Caries Prevention]. *Prikladnye informacionnye aspekty mediciny*, 26(4): 26–33.
- Pin'kovskaja D.Ju., Vasilevich M.S., Kravchenko R.V. 2022. Opredelenie antimikrobnaj aktivnosti opolaskivatelej dlja polosti rta po otnosheniju k grampolozhitel'nyh mikroorganizmam [Determination of the Antimicrobial Activity of Mouthwashes in Relation to Gram-Positive Microorganisms]. *Molodaja farmacija – potencial budushhego* (Sbornik materialov XII Vserossijskoj nauchnoj konferencii studentov i aspirantov s mezhdunarodnym uchastiem): 387–389.
- Sabanceva E.G., Dmitrieva N.A., Avramenko E.A., Ivanova E.V., Ezhova E.G., Pochivalin V.P. 2021. Evaluation of the Effectiveness of the Use of a Rinse Aid Containing the Antiseptic Octenidine Dihydrochloride. *Dentistry* (in Russian) 100(2): 32–39. doi: 10.17116/stomat202110002132.
- Tokmakova S.I., Bondarenko O.V., Lunicyna Ju.V., Zhukova E.S., Mokrenko E.V., Gajdarova T.A., Jarovaja A.O. 2023. Investigation of the Effect of Dental Rinses on the Microbiota of the Oral Cavity. *Pediatric Dentistry and Prevention* (in Russian) 23(1): 4–14. doi:10.33925/1683-3031-2023-561.
- Shakovec N.V., Antonenko A.N., Filipenok S.S., Gordienko L.V., Marejko A.M. 2021. Ocenka protivomikrobnaj jeffektivnosti kariesprofilakticheskogo opolaskivatelja [Evaluation of the Antimicrobial Effectiveness of a Carioprophylactic Rinse Aid]. *Sovremennaja stomatologija*, 2(83): 63–67.
- Ansai T., Tahara A., Ikeda M., Katoh Y., Miyazaki H., Takehara T. 2000. Influence of Colonization with Mutans Streptococci on Caries Risk in Japanese Preschool Children: 24-Month Survival Analysis. *Pediatr Dent*, 22(5): 377–380.
- Choi J.W., Lee M.J., Oh S.H., Kim K.M. 2019. Changes in the Physical Properties and Color Stability of Aesthetic Restorative Materials Caused by Various Beverages. *Dental Materials Journal*, 38(1): 33–40. doi: 10.4012/dmj.2017-247.
- Eltahlah D., Lynch C.D., Chadwick B.L., Blum I.R., Wilson N.H.F. 2018. An Update on the Reasons for Placement and Replacement of Direct Restorations. *Journal of Dentistry*, 72: 1–7. doi: 10.1016/j.jdent.2018.03.001

- Jakubovics N.S., Goodman S.D., Mashburn-Warren L., Stafford G.P., Cieplik F. 2021. The Dental Plaque Biofilm Matrix. *Periodontology* 2000, 86(1): 32–56. doi: 10.1111/prd.12361.
- Muniz F.W.M.G., Cavagni J., Langa G.P.J., Stewart B., Malheiros Z., Rösing C.K. 2020. A Systematic Review of the Effect of Oral Rinsing with H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> on Clinical and Microbiological Parameters Related to Plaque, Gingivitis, and Microbes. *Int. J. Dent.*, 2020: 18. doi: 10.1155/2020/8841722.
- Muthu M.S., Kirthiga M., Lee J.C., Kayalvizhi G., Mathur V.P., Kandaswamy D., Jayakumar N. 2021. OXIS Contacts as a Risk Factor for Approximal Caries: A Retrospective Cohort Study. *Pediatr Dent.* Jul 15, 43(4): 296–300.
- Ozkanoglu S., Akin E.G.G. 2020. Evaluation of the Effect of Various Beverages on the Color Stability and Microhardness of Restorative Materials. *Nigerian Journal of Clinical Practice*, 23(3): 322–328. doi: 10.4103/njcp.njcp\_306\_19.

**Конфликт интересов:** о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

**Conflict of interest:** no potential conflict of interest related to this article was reported.

Поступила в редакцию 13.02.2024

Received February 13, 2024

Поступила после рецензирования 24.04.2024

Revised April 24, 2024

Принята к публикации 07.08.2024

Accepted August 07, 2024

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Калугина Яна Владиславовна**, аспирант кафедры терапевтической стоматологии, Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко, г. Воронеж, Россия

[ORCID: 0000-0002-0101-2930](https://orcid.org/0000-0002-0101-2930)

**Iana V. Kalugina**, Postgraduate Student of the Department of Therapeutic Dentistry, N.N. Burdenko Voronezh State Medical University, Voronezh, Russia

**Олейник Ольга Игоревна**, доктор медицинских наук, профессор кафедры терапевтической стоматологии, Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко, г. Воронеж, Россия

[ORCID: 0000-0002-5890-3988](https://orcid.org/0000-0002-5890-3988)

**Olga I. Oleinik**, Doctor of Sciences in Medicine, Professor of the Department of Therapeutic Dentistry, N.N. Burdenko Voronezh State Medical University, Voronezh, Russia

**Юрченко Анастасия Юрьевна**, аспирант кафедры терапевтической стоматологии, Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко, г. Воронеж, Россия

[ORCID: 0000-0002-9810-3758](https://orcid.org/0000-0002-9810-3758)

**Anastasiya Y. Yurchenko**, Postgraduate Student of the Department of Therapeutic Dentistry, N.N. Burdenko Voronezh State Medical University, Voronezh, Russia



УДК616-001.4-039.22, 616.31-07  
DOI 10.52575/2687-0940-2024-47-3-316-327  
Экспериментальная статья

## Моделирование краниофациальных повреждений, анализ сроков регенерации и показаний к хирургической коррекции

Гандылян К.С. <sup>1</sup> , Лебедев П.Р. <sup>2</sup> , Габбасова И.В. <sup>1</sup> , Слетова В.А. <sup>3</sup> ,  
Дедиков Д.Н. <sup>4</sup> , Кононенко В.И. <sup>5</sup> , Осмаев У.М. <sup>2</sup> , Слетов А.А. <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Клиника эндоскопической и малоинвазивной хирургии  
(Ставропольский государственный медицинский университет),  
Россия, 355017, г. Ставрополь, ул. Мира, 310;

<sup>2</sup> Белгородский государственный национальный исследовательский университет,  
Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85;

<sup>3</sup> Пятигорский медико-фармацевтический институт,  
Россия, 357500, г. Пятигорск, проспект Кирова, 33;

<sup>4</sup> Кубанский государственный медицинский университет,  
Россия, 350063, г. Краснодар, ул. Митрофана Седина, 4;

<sup>5</sup> Ростовский государственный медицинский университет,  
Россия, 344022, г. Ростов-на-Дону, переулок Нахичеванский, 29

E-mail: [gandylyanks@mail.ru](mailto:gandylyanks@mail.ru)

**Аннотация.** Цель эксперимента. Экспериментальное моделирование краниофациальных повреждений, анализ глазодвигательной функции и регенерации в посттравматическом периоде. Материалы и методы. В эксперименте на 48 половозрелых самцах породы Вистар, которым по заранее определённому на морде участку наносили удар тупым ударником, по данным МС КТ визуализировали характер смещения костных фрагментов, наличие мышечной интерпозиции. В посттравматическом периоде анализировали поведенческую активность в аппарате Actimeter. Результаты и обсуждения. Учитывая толщину кости, в проекции контрфорса, месте прикладываемой силы, анализировали эффекты поглощенной энергии по характеру смещенных структур. Выводы. У 38 % животных (2 и 4 группы) после удара в заднелатеральный сегмент нижней стенки орбиты зафиксирован 2 тип перелома скулоорбитального комплекса. В посттравматическом периоде зарегистрировано нарушение поведенческой активности, коррекция которой возможна после оперативного устранения повреждений. При нанесении удара в центральный сегмент в 50% случаев формировался 1 тип перелома, без нарушения поведенческой активности.

**Ключевые слова:** регенерация, краниофациальные повреждения, скуло-орбитальный перелом, экспериментальная модель, глазодвигательная функция, поведенческие реакции

**Для цитирования:** Гандылян К.С., Лебедев П.Р., Габбасова И.В., Слетова В.А., Дедиков Д.Н., Кононенко В.И., Осмаев У.М., Слетов А.А. 2024. Моделирование краниофациальных повреждений, анализ сроков регенерации и показаний к хирургической коррекции. *Актуальные проблемы медицины*, 47(3): 316–327. DOI: 10.52575/2687-0940-2024-47-3-316-327

**Финансирование:** Работа выполнена без внешних источников финансирования.

## Modeling of Craniofacial Lesions, Analysis of Regeneration Time and Indications for Surgical Correction

Kristina S. Gandylyan <sup>1</sup> , Petr R. Lebedev <sup>2</sup> , Irina V. Gabbasova <sup>1</sup> ,  
Valeria A. Sletova <sup>3</sup> , Dmitriy N. Dedikov <sup>4</sup> , Vladimir I. Kononenko <sup>5</sup> ,  
Umar M. Osmaev <sup>2</sup> , Aleksandr A. Sletov <sup>2</sup>

<sup>1)</sup> Endoscopic and Minimally Invasive Surgery Clinic (Stavropol State Medical University),  
310 Mira St., Stavropol 355017, Russia;

<sup>2)</sup> Belgorod State National Research University,  
85 Pobeda St., Belgorod 308015, Russia;

<sup>3)</sup> Pyatigorsk Medical and Pharmaceutical Institute,  
33 Kirov Ave., Pyatigorsk 357500, Russia;

<sup>4)</sup> Kuban State Medical University,  
4 Mitrofan Sedin St., Krasnodar 350063, Russia;

<sup>5)</sup> Rostov State Medical University,  
29 Nakhichevan Lane, Rostov-on-Don 344022, Russia

E-mail: [gandylyanks@mail.ru](mailto:gandylyanks@mail.ru)

**Abstract.** The purpose of the experiment. Experimental modeling of craniofacial injuries, analysis of oculomotor function and regeneration in the post-traumatic period. Materials and methods. In the experiment, 48 sexually mature males of the Wistar breed were hit with a blunt hammer on a pre-determined area on the muzzle. According to the MS CT data, the nature of the displacement of bone fragments and the presence of muscle interposition were visualized. In the post-traumatic period, behavioral activity in the Actimeter device was analyzed. Results and discussion. Taking into account the thickness of the bone, the localization of the buttress at the place of applied force in the rodent, the hypothesis of energy absorption with its propagation through the bone structures of the orbits, and their subsequent displacement, was confirmed. Conclusions. In 38% of animals (groups 2 and 4), after impact to the postero lateral segment of the lower wall of the orbit, type 2 fracture of the cheekbone-orbital complex was recorded. In the post-traumatic period, a violation of behavioral activity was registered, which required prompt correction of displaced fragments. Upon impact to the central segment, in 50% of cases, 1 type of fracture was formed, without deviations in behavioral activity and without the need for surgical treatment.

**Keywords:** regeneration, craniofacial lesions, cheekbone-orbital fracture, experimental model, oculomotor function, behavioral reactions

**For citation:** Gandylyan K.S., Lebedev P.R., Gabbasova I.V., Sletova V.A., Dedikov D.N., Kononenko V.I., Osmaev U.M., Sletov A.A. 2024. Modeling of Craniofacial Lesions, Analysis of Regeneration Time and Indications for Surgical Correction. *Challenges in Modern Medicine*, 47(3): 316–327 (in Russian). DOI: 10.52575/2687-0940-2024-47-3-316-327

**Funding:** The work was carried out without external sources of funding.

---

### Введение

Сочетанные краниофациальные повреждения по данным отечественных и зарубежных специалистов достигают 75 % от общего числа травм головы и лица, когда в той или иной степени в патологический процесс вовлекаются кости носа, скуло-орбитального комплекса, верхняя челюсть, структуры передней и средней черепных ямок [Hasanov, 2024; Taniguchi, 2024]. Сложная анатомия указанных структур предопределяет их взаимозависимую функциональную активность, в том числе с органом зрения. В норме физиологические процессы оптимально и функционально взаимосвязаны между различными мимическими группами, клапанными механизмами, органами дыхания, органом зрения, гидравлическим давлением в полости черепа, другими анатомическими структурами [Martel, 2021; Kim,



2024]. Из общего числа сочетанных повреждений количество изолированных переломов скуло-орбитального комплекса не превышает 25 % [Schlittler, 2018; Valencia, 2021]. И те и другие переломы без своевременной коррекции являются причиной эстетически негативных следов на лице, нередко сочетающихся с соматическими дисфункциями. Ряд отечественных и зарубежных авторов акцентирует внимание на так называемых «взрывных» изолированных переломах стенок орбиты, скуло-орбитального комплекса, подразделяя их на типы с подтипами, детализируя вовлеченность глазодвигательных структур в патологический процесс. И ранее клиницисты рассматривали механизмы травм, их следствия сквозь призму прямолинейного вектора прикладываемой силы, угол передачи энергии, пренебрегая массой ранящего предмета ввиду отсутствия технических средств для выполнения сложных экспериментов. Сторонники гипотезы, предложенной R. LeFort (1901), описывали основной механизм разрушения нижней стенки орбиты как волновую деформацию, передаваемую от подглазничного края [Moura, 2021; Song, 2023], рассматривали её как горизонтальную либо как вращательную деформацию [Al-Sukhun, 2023] в зависимости от направления сил, действующих на нее [Kearney, 2021; Modabber, 2024; Wu, 2024]. Также высказывалось мнение о том, что максимальная площадь перелома возникает, когда ранящий объект движется снизу вверх под углом  $30^\circ$  к подглазничному краю [Jacobs, 2019; Nagasao, 2022; Cieplucha, 2024]. Для унификации диагностического стандарта, модернизации способов хирургического лечения переломов краниофациальной локализации генерирована рабочая концепция, частично представлена в данной работе. В эксперименте после травмы, по данным МС КТ, визуализированы, детализированы смещения фрагментов, характер, объём сочетанных и изолированных повреждений костных структур скуло-орбитального комплекса. Изучая нарушения поведенческих реакций, обусловленных глазодвигательными дисфункциями, анализируя процессы регенерации в посттравматическом периоде моделируемой изолированной травмы, сформулирована цель и задачи исследования.

### Материалы и методы

Исследование выполнялось на базе вивария НИИ фармакологии живых систем НИУ «БелГУ». В качестве экспериментальных животных выбраны самцы крыс, которых содержали в индивидуально вентилируемых клетках «Tecniplast» с автоматически контролируемой температурой и влажностью при циркадном 12-часовом режиме освещения день/ночь. Экспериментальная часть исследования осуществлялась в соответствии с «Европейской конвенцией о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях» (1986), а также по правилам лабораторной практики при проведении доклинических исследований в РФ, по постановлению РФ «Принципы надлежащей лабораторной практики» [GOST 91500.13.0001-2003; GOSTR 33647-2015] и «Об утверждении правил надлежащей лабораторной практики» (Минздрав РФ, приказ № 199н от 1 апреля 2016 г.). Количество в исследовании животных – 48, разделение осуществляли рандомно на 4 группы, по 12 голов в каждой. Статистически значимые выбросы по критерию Шовене в измеряемых параметрах определялись как критерий исключения [Миронов, 2012; Хафисианова, 2013]. Эти исключенные из эксперимента животные заменялись повторными опытами, так что общее количество животных в группе составило 12 грызунов массой 180–320 гр. Травма наносилась тупым предметом с использованием закрытой техники при помощи прецизионного импактора 68099 II Precise Impactor – Built for Speed (USA, RWD Life Science Co) (рисунок 1).

Повреждения визуализировали на МС КТ Philips Brilliance 64 СКТ с 64 срезами (Нидерланды). В условиях хлорал гидратного наркоза из расчета 450 мг/кг 15 мкг на кг массы тела животного путем внутрибрюшинного введения достигали состояния глубокой седации.



Рис. 1. Прецизионный импактор 68099 II Precise Impactor–Built for Speed  
(USA, RWD Life Science Co)

Fig. 1. II Precise Impactor 68099 – Built for Speed (USA, RWD Life Science Co)

Животных разделили на 4 группы по 12 голов в зависимости от локализации прикладываемой силы и скорости перемещения ударника прецизионного импактора (рисунок 2).

В 1-й группе животных с массой 180–220 гр. удар наносили в проекцию центрального сегмента нижней стенки орбиты со скоростью 5,6 м/с, площадью бойка ударника в 4 мм и массой 325 грамм.

Во 2-й группе животных с массой 230–320 гр. удар наносили в проекцию заднелатерального сегмента нижней стенки орбиты со скоростью 5,6 м/с, площадью бойка ударника диаметром в 4 мм и массой 325 грамм, той же массы.

В 3-й группе животных с массой 180–220 гр. удар наносили в центральный сегмент нижней стенки орбиты со скоростью 2,4 м/с, площадью бойка ударника диаметром в 4 мм и массой 325 грамм.

В 4-й группе животных с массой 230–320 гр. удар наносили в точку, соответствующую заднелатеральному сегменту нижней стенки орбиты, со скоростью 2,4 м/с, площадью бойка ударника диаметром в 4 мм и массой 325 грамм.



Рис. 2. Часть животных, участвующих в эксперименте, выполнение МС КТ

Fig. 2. Animals participating in the experiment, MC CT stage

По результатам МС КТ, 1 тип повреждений нижней стенки орбиты без вовлечения мягкотканого компонента выявлен у 24 животных (50 %); 2 тип перелома нижней стенки



орбиты с вовлечением мягкотканого компонента выявлен у 18 животных (38 %); полный (тотальный) перелом (многооскольчатый) (ПТП) выявлен у 2 животных (4 %); линейный перелом (ЛП) без смещения отломков выявлен у 4 животных (8 %) (таблица 1).

Таблица 1  
Table 1

Разделение животных по группам согласно типу перелома  
Breakdown of animals according to fracture type

| Тип перелома | 1 тип     | 2 тип    | ПТП     | ЛП      |
|--------------|-----------|----------|---------|---------|
| Группа       |           |          |         |         |
| 1            | 10 (22 %) | 6 (13 %) | 1 (2 %) |         |
| 2            | 5 (10 %)  | 4 (8 %)  | –       | 2 (4 %) |
| 3            | 3 (6 %)   | 5 (10 %) | 1(2 %)  |         |
| 4            | 6 (13 %)  | 3 (6 %)  | –       | 2 (4 %) |

Жизнеспособность животных как критерий реакции на полученную травму оценивали по поведенческой активности на аппарате Actimeter (инфракрасный), модель LE8825, компании Panlab Harvard Apparatures с программным обеспечением Actitrack v2.7.13 в режиме открытого поля (рисунок 3).



Рис. 3. Контрольная панель для оценки поведенческих реакций на аппарате Actimeter модель LE8825 компании Panlab Harvard Apparatures

Fig. 3. Control panel for evaluating behavioral responses on the device Actimeter Model LE8825 Panlab Harvard Apparatures

Автоматизировано анализировали общую и локомоторную активность, стереотипность поведения животных, число и продолжительность эпизодов вставания на задние лапы. Исследование проводили в помещении с сумеречным освещением, с поочерёдным размещением животных в двухмерных квадратных рамках с подставкой 45×45 см, непрозрачной подложкой, окрашенной в черный цвет с разбивкой поля на 9 квадратов.

### Статистический анализ

Статистический анализ данных проводился с использованием пакета STATISTICA, version 10.0 (Stat Soft, Inc.). Количественные данные представлены в виде  $M \pm \sigma$ , где  $M$  – среднее значение,  $\sigma$  – стандартное отклонение. Сравнение количественных показателей между группами проводилось с помощью критерия Стьюдента. Все различия считались значимыми при  $p < 0,05$ .

### Результаты исследования

В ходе исследования ни одно животное не выбывало из эксперимента.

В группах исследования у 18 животных (38 %) зарегистрирован 2-й тип перелома (рисунок 4).

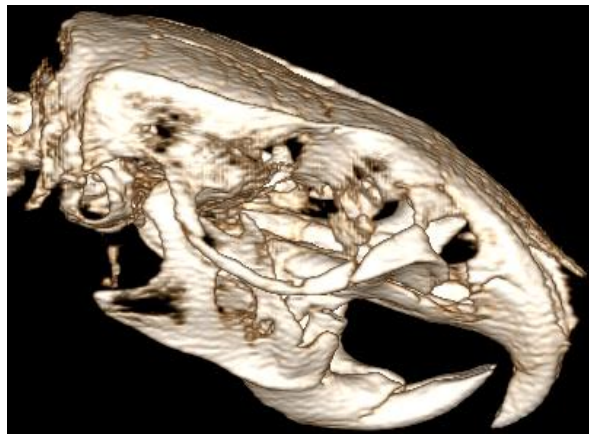


Рис. 4. Животное № 132, 2 тип – перелом скуло-орбитального комплекса

Fig. 4. Animal 132, 2 type – fracture of cheekbone-orbital complex

Учитывая малые размеры животного, соизмеряя толщину кости с пропорциями скелета человека, определено их соотношение по следующим анатомическим структурам. По ширине глазницы у животного  $6,2 \pm 0,8$  мм, соответствовал размеру у человека в  $41,5 \pm 2,2$  мм, по высоте глазницы у животного –  $6,5 \pm 0,5$  мм, у человека –  $33,8 \pm 2,2$  мм, что позволило соотнести координаты так называемых «типичных» мест перелома и наносить удар максимально корректно. Заблаговременно определяли силу, корректировали глубину погружения ударника, что обеспечивало получение модели сочетанной травмы нескольких костей лицевого скелета, без прямого повреждения структур головного мозга. Отсутствие прямого воздействия на структуры головного мозга, данная травма расценена как изолированная, что нашло подтверждение в данном исследовании. Всё же у двух МЖ посредством волновой передачи кинетической энергии к структурам головного мозга зарегистрированы ПР, соответствовавшие сотрясению головного мозга, в связи с чем всё последующее экспериментальное моделирование проводилось с ещё большим соблюдением мер профилактики повреждений головного мозга, ограничив глубину погружения ударника в периферические структуры костей морды МЖ не более чем на 4 мм. После нанесения прицельного удара в центральный сегмент скуло-орбитального сочленения линейное смещение кости с надкостницей выявлено у 4 (8 %) животных. С клинической точки зрения смещение фрагментов с сохранённым контактом, без признаков нарушения жизнедеятельности и биомеханических функций, а также без отклонений ПР не требует репозиции.

Во 2-й и 4-й группах у 18 животных (38 %) со 2 типом перелома зафиксирована возросшая локомоторная активность с грубыми поведенческими нарушениями, что соответствовало данным контрольной панели актиметра. При анализе частоты указанных перемещений в течение 20 минут установлено, что у животных со 2 типом перелома двигательная активность сократилось до  $6,4 \pm 2,2$  пересечений при норме 100. Предположено, что отсутствие адекватной реакции грызунов на инфракрасный свет и звуковые сигналы обусловлено очаговыми повреждениями головного мозга (рисунок 5) в ответ на травматическое воздействие, степень которых зависит не только от скорости, силы удара, но и масс взаимодействующих объектов. Выявленные повреждения головного мозга свидетельствуют о многообразии неизученных закономерностей, анализ которых планируется при создании следующей модели.

У 18 животных (38 %) со 2 типом перелома визуализировано смещение костных фрагментов кнутри, что соответствовало траектории раневого канала и подтверждено наличием «капкан» при анализе нативных срезов МС КТ. Регистрируемые в актиметре нарушения жизнедеятельности сопровождались снижением числа пересечений инфракрасных линий на платформе до  $6,4 \pm 2,2$  при полном отсутствии вставаний на задние лапы в ответ на звуковые раздражители. Также отмечена разбалансировка движений с мало амплитудным тремором и «шаткостью» зарегистрированных при передвижении животных в life режиме.

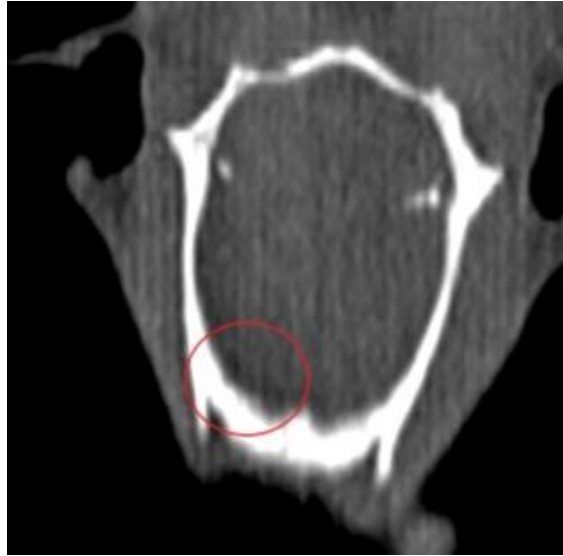


Рис. 5. Животное № 132, 2 тип – перелом скуло-орбитального комплекса, МС КТ признаки гематомы ГМ в правой лобной доле

Fig. 5. Animal No. 132, type 2 – fracture of the cheekbone-orbital complex, MC CT signs of hematoma GM in the right frontal lobe

В 1 и 3 группах у 13 животных (28 %) после нанесения травмы зарегистрированы нарушения поведенческих реакций, но интерпозиции мягкотканых структур не выявлено. Число пересечений инфракрасных линий составило  $25,2 \pm 4,8$ , что в 4 раза ниже значений у здоровых животных. Зарегистрированные результаты с клинической точки зрения характеризуются как «приходящие» неврологические нарушения, что в этих случаях, вероятно, напрямую обусловлено острым дефицитом функциональной активности глазодвигательного аппарата. По мере купирования явлений травматического отёка и регресса компрессии, глазодвигательных и проводящих нервных импульсов структур, отмечена положительная динамика поведенческих реакций. Период наступления положительных сдвигов соответствовал срокам купирования явлений травматического отёка без медикаментозной коррекции. У 2 животных (4 %) с первых посттравматических суток отмечены субконъюнктивальные кровоизлияния, суффוזии, на основании чего высказано предположение о повреждении сосуда в мягких тканях, и вероятной имбибицией глазодвигательной мышцы. Данное предположение косвенно подтверждено длительным периодом реабилитации, который в три раза превышал срок при сравнении с животными, имевшими аналогичные клинические проявления. Поведенческие реакции в полном объёме у этих двух животных так и не восстановились, что вероятнее всего обусловлено формированием рубцовой контрактуры глазодвигательных структур. Морфологический анализ высказанных предположений запланирован на период выведения животных из эксперимента.

У 8 (16 %) животных из 2 и 4 групп визуализировано смещение фрагментов кнутри, с мышечной интерпозицией. При мониторинге поведенческой активности выявлено, что количество пересечений инфракрасных линий на платформе сократилось в два раза – до  $53 \pm 5$ . Произвольное вставание на задние лапы в ответ на звуковой сигнал возникало каждый раз, без задержек и «шаткости», но в несвойственные положения. Очевидно, что выявленные отклонения ПР – следствие посттравматической дисфункции глазодвигательного аппарата, коррекция которых без устранения интерпозиции невозможна.

У 24 животных (50 %) 1 и 3 групп количество пересечений инфракрасных линий на платформе составило  $98 \pm 8,2$  раз. Показатели двигательной активности оставались в норме, вставание на задние лапы при звуковом сигнале возникало каждый раз, без задержек и «шаткости» при изменении положения тела животного. Этим животным хирургическая коррекция полученной травмы не требовалась.

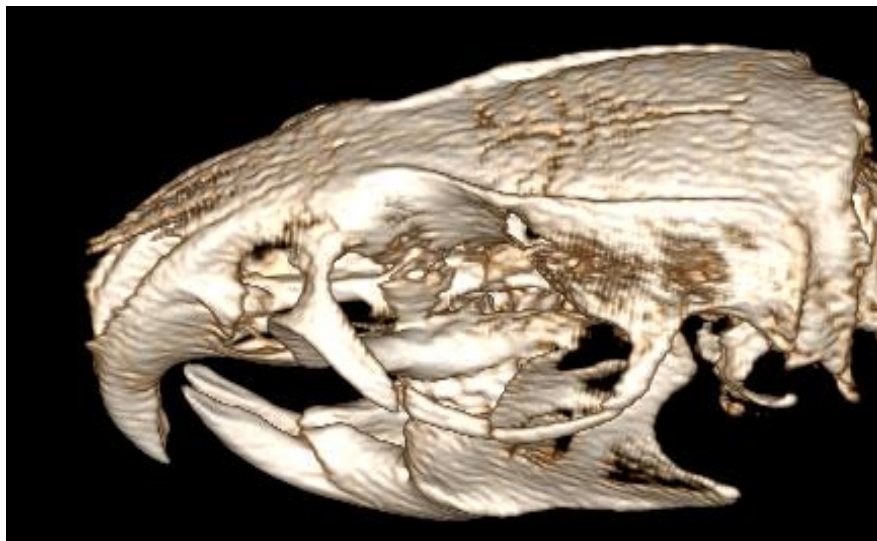


Рис. 6. Животное, участвующее в эксперименте 52, 1 тип – перелом нижней стенки орбиты  
Fig. 6. Animal participating in experiment 52, type 1 – fracture of the lower orbital wall

### Обсуждение полученных результатов

В доступной литературе публикаций, посвящённых моделированию травм морды МЖ в данном формате с использованием прецизионного импактора не найдено, что подтверждает актуальность темы и выбранного пути научных изысканий. Для получения наиболее точных данных проведена калибровка шага (глубины) погружения рабочей части (с интервалом 0,1 мм) травмирующего инструмента, что соответствовало максимально реалистичному эффекту [Diotalevi, 2023].

По данным исследований [Leconte, 2020; Roseanna, 2021; Wai, 2021], грызуны проявляют «избыточную» активность в замкнутом пространстве, и это выражается увеличением числа пересечений линий на платформе актиметра, у здоровых животных не менее 100 за 20 мин в ответ на световой раздражитель, что принято за референсное значение. В настоящем эксперименте поведенческая активность у 18 (38 %) со 2 типом перелома сократилась до  $6,4 \pm 2,2$  на фоне грубых нарушений глазодвигательной функции, что обусловлено смещением фрагментов с потребностью хирургической коррекции.

### Выводы

По данным МС КТ у 100 % обследуемых животных изучен характер смещения костных фрагментов, объем повреждений соединительно-тканых, мягкотканых структур, вовлеченность глазодвигательного аппарата. Последний критерий анализировали в привязке к нарушениям поведенческих реакций, скорости наносимого удара, массе животного. После удара, нанесённого со скоростью 2,4 м/с в заднелатеральный сегмент скуло-орбитального сочленения, у 5 (10 %) 3 группы МЖ с массой 180–220 гр зарегистрировано смещение фрагментов по 2 типу с пролабиранием мягких тканей глазницы в щель перелома с нарушениями ПР – снижением локомоторной и общей активности, сокращением числа пересечений инфракрасных линий на 16,3 % до  $6,4 \pm 2,2$  в сравнении с референсными значениями. У 6 (13 %) животных 1 группы с массой 230–320 гр пересечение инфракрасных линий на платформе сокращалось в два раза – до  $53 \pm 5$  актов, что в 8 раз выше, чем у животных 3 группы с массой 180–220 гр.

У 11 (23 %) животных 2 и 4 групп (1 тип перелома) с массой 230–320 гр пересечение инфракрасных линий на платформе сокращалось в два раза – до  $53 \pm 5$  актов, что в 8 раз выше, чем у животных 1 и 3 групп 11 (23 %) (2 тип перелома) с массой 180–220 гр.



По данным МС КТ, у двух (4 %) животных со 2 типом перелома зарегистрированы повреждения головного мозга, что свидетельствует о деформационно-волновой передаче кинетической энергии ранящего агента. Высокая частота нарушений поведенческой активности у 54 % (26) животных со 2 типом перелома в посттравматическом периоде, вероятно, обусловлена расстройством глазодвигательной функции за счёт дислокации глазодвигательных структур. В посттравматическом периоде в проекции порочно стоящих фрагментов (животные со 2 типом перелома) визуализировано формирование костной мозоли с преобладанием деструктивных явлений, что, вероятно, обусловлено нарушением оптимального кровоснабжения и иных механизмов репаративной регенерации. По полученным результатам запланированы дальнейшие исследования, проводится наблюдения, мониторинг ПР в позднем реабилитационном периоде.

### Список литературы

- Миронов А.Н., Бунятян Н.Д., Васильев А.Н., Верстакова О.Л., Журавлева М.В., Лепяхин В.К., Коробов Н.В., Меркулов В.А., Орехов С.Н., Сакаева И.В., Утешев Д.Б., Яворский А.В. 2012. Руководство по проведению доклинических исследований лекарственных средств. Научный центр экспертизы средств медицинского применения Минздрава России. С. 944.
- Хафисианова Р.Х., Бурькин И.М., Алеева Г.Н. 2013. Классификация дефектов фармакотерапии как основа оценки качества лекарственной терапии в здравоохранении. Вестник сибирской медицины. 12(3): 82–91. <https://doi.org/10.20538/1682-0363-2013-3-82-91>
- Al-Sukhun J.A. 2023. Novel Method to Reconstruct the Upper and Lower Jaws Using 3D-Custom-Made Titanium Implants. J. Craniofac. Surg. 1; 34(3): e244-e246. doi: 10.1097/SCS.0000000000009088
- Cieplucha M., Yaïci R., Bock R., Moayed F., Bechrakis N.E., Berens P., Feltgen N., Friedburg D., Gräf M., Guthoff R., Hoffmann E.M., Hoerauf H., Hintschich C., Kohnen T., Messmer E.M., Nentwich M.M., Pleyer U., Schaudig U., Seitz B., Geerling G., Roth M. 2024. Chat GPT und die deutsche Facharztprüfung für Augenheilkunde: eine Evaluierung [ChatGPT and the German board examination for ophthalmology: an evaluation]. Ophthalmologie. doi: 10.1007/s00347-024-02046-0
- Diotalevi L., Mac-Thiong J.M., Wagnac E., Petit Y. 2023. Contribution of Impactor Misalignment to the Neurofunctional Variability in Porcine Spinal Cord Contusion Models. Annu. Int. Conf. IEEE Eng. Med. Biol. Soc. doi:10.1109/EMBC40787.2023.10340195
- Hasanov F., Davudov M., Isgandarova S. 2024. New Approach in Management of Orbital Adherence Syndrome. J. Craniofac. Surg. doi: 10.1097/SCS.00000000000010143
- Jacobs S.M., Sharifi E., Wu L., Howe K., Le T.P., Mitsumori L., Ching R., Jian-Amadi A. 2019. Association between Pre- and Intraorbital Soft Tissue Volumes and the Risk of Orbital Blowout Fractures Using CT-Based Volumetric Measurements. Orbit. (4): 269–273. doi: 10.1080/01676830.2018.1509097
- Kearney A.M., Shah N., Zins J., Gosain A.K. 2021. Fifteen-Year Review of the American Board of Plastic Surgery Maintenance of Certification Tracer Data: Clinical Practice Patterns and Evidence-Based Medicine in Zygomatico-Orbital Fractures. Plast. Reconstr. Surg. 1; 147(6): 967e-975e. doi: 10.1097/PRS.00000000000007955
- Kim H., Kim K.H., Koh I.C., Lee G.H., Lim S.Y. 2024. Delayed Treatment of Traumatic Eyeball Dislocation Into the Maxillary Sinus and Treatment Algorithm: a Case Report and Literature Review. Arch. Craniofac. Surg. 25(1): 31–37. doi: 10.7181/acfs.2023.00535
- Leconte C., Benedetto C., Lentini F., Simon K., Ouazizi C., Taib T., Cho A., Plotkine M., Mongeau R., Marchand-Leroux C., Besson V.C. 2020. Histological and Behavioral Evaluation after Traumatic Brain Injury in Mice: A Ten Months Follow-Up Study. J. Neurotrauma. 1; 37(11): 1342–1357. doi: 10.1089/neu.2019.6679
- Martel A., Bougaci N., Lagier J., Almairac F., Dagain A. 2021. Post-Traumatic Orbitorrhea: An Underestimated Life-Threatening Complication Following Anterior Skull Base Fractures. Eur. J. Ophthalmol. 31(2): 123–125. doi: 10.1177/1120672119867827
- Modabber A., Winnand P., Ooms M., Heitzer M., Ayoub N., von Beck F.P., Raith S., Prescher A., Hölzle F., Mücke T. 2024. The Impact of Orbital Floor Defect Ratio on Changes in the Inferior Rectus Muscle and Prediction of Posttraumatic Enophthalmos – A Cadaver Study. Ann. Anat. doi: 10.1016/j.aanat.2024.152294



- Moura L.B., Jürgens P.C., Gabrielli M.C., Pereira Filho V.A. 2021. Dynamic Three-Dimensional Finite Element Analysis of Orbital Trauma. *Br. J. Oral. Maxillofac. Surg.* 59(8): 905–911. doi: 10.1016/j.bjoms.2020.09.021
- Nagasao T., Miyanagi T., Wu L., Hatano A., Morotomi T. 2022. Hardness of Artificial Bone and Vulnerability of Reconstructed Skull-A Biomechanical Study. *Eplasty.* 15; 22:41
- Roseanna V.M. 2021. Re: Use of CAD-based Pre-Bent Implants Reduced Theatre Time in Orbital Floor Reconstruction: Results of a Prospective Study. *Br. J. Oral. Maxillofac. Surg.* 59(6): 728. doi: 10.1016/j.bjoms.2020.10.287
- Schlittler F., Schmidli A., Wagner F., Michel C., Mottini M., Lieger O. 2018. What Is the Incidence of Implant Malpositioning and Revision Surgery After Orbital Repair? *J. Oral. Maxillofac. Surg.* 76(1): 146–153. doi: 10.1016/j.joms.2017.08.024
- Song C., Luo Y., Huang W., Duan Y., Deng X., Chen H., Yu G., Huang K., Xu S., Lin X., Wang Y., Shen J. 2023. Extraocular Muscle Volume Index at the Orbital Apex with Optic Neuritis: a Combined Parameter for Diagnosis of Dysthyroid Optic Neuropathy. *Eur. Radiol.* 33(12): 9203–9212. doi: 10.1007/s00330-023-09848-x
- Taniguchi H., Nishioka H., Kuriyama E., Inoue Y., Okumoto T. 2024. Craniofacial Fracture with Superior Orbital Fissure Syndrome Resulting in Pupil-sparing Oculomotor Nerve Palsy. *Plast. Reconstr. Surg. Glob. Open.* 12(5): 5828. doi: 10.1097/GOX.0000000000005828
- Valencia M.R., Miyazaki H., Ito M., Nishimura K., Kakizaki H., Takahashi Y. 2021. Radiological Findings of Orbital Blowout Fractures: a Review. *Orbit.* 40(2): 98–109. doi: 10.1080/01676830.2020.1744670
- Wai K.M., Wolkow N., Yoon M.K. 2021. Displaced Bone Fragment Simulating an Orbital Foreign Body. *Orbit.* 40(4): 344–345. doi:10.1080/01676830.2020.1775263
- Wu K.Y., Fujioka J.K., Daigle P., Tran S.D. 2024. The Use of Functional Biomaterials in Aesthetic and Functional Restoration in Orbital Surgery. *J. FunctBiomater.* 15(2): 33. doi: 10.3390/jfb15020033

## References

- Mironov A.N., Bunyatyan N.D., Vasilyev A.N., Verstakov O.L., Zhuravleva M.V., Lepakhin V.K., Korobov N.V., Merkulov V.A., Orekhov S.N., Sakaeva I.V., Uteshev D.B., Yavorsky A.V. 2012. Guidelines for Pre-Clinical Drug Research. Scientific Center of Examination of Means of Medical Application of the Ministry of Health and Development of Russia. P. 944 (in Russian).
- Khafisyanova R.H., Burykin I.M., Aleeva G.N. 2013. Classification of Defects of Pharmacotherapy as a Basis for Assessment of Quality of Drug Therapy in Healthcare. *Bulletin of Siberian Medicine.* 12(3): 82–91. <https://doi.org/10.20538/1682-0363-2013-3-82-91> (in Russian).
- Al-Sukhun J.A. 2023. Novel Method to Reconstruct the Upper and Lower Jaws Using 3D-Custom-Made Titanium Implants. *J. Craniofac. Surg.* 1; 34(3): e244-e246. doi: 10.1097/SCS.0000000000009088
- Cieplucha M., Yaïci R., Bock R., Moayed F., Bechrakis N.E., Berens P., Feltgen N., Friedburg D., Gräf M., Guthoff R., Hoffmann E.M., Hoerauf H., Hintschich C., Kohnen T., Messmer E.M., Nentwich M.M., Pleyer U., Schaudig U., Seitz B., Geerling G., Roth M. 2024. Chat GPT und die deutsche Facharztprüfung für Augenheilkunde: eine Evaluierung [ChatGPT and the German board examination for ophthalmology: an evaluation]. *Ophthalmologie.* doi: 10.1007/s00347-024-02046-0
- Diotalevi L., Mac-Thiong J.M., Wagnac E., Petit Y. 2023. Contribution of Impactor Misalignment to the Neurofunctional Variability in Porcine Spinal Cord Contusion Models. *Annu. Int. Conf. IEEE Eng. Med. Biol. Soc.* doi:10.1109/EMBC40787.2023.10340195
- Hasanov F., Davudov M., Isgandarova S. 2024. New Approach in Management of Orbital Adherence Syndrome. *J. Craniofac. Surg.* doi: 10.1097/SCS.00000000000010143
- Jacobs S.M., Sharifi E., Wu L., Howe K., Le T.P., Mitsumori L., Ching R., Jian-Amadi A. 2019. Association between Pre- and Intraorbital Soft Tissue Volumes and the Risk of Orbital Blowout Fractures Using CT-Based Volumetric Measurements. *Orbit.* (4): 269–273. doi: 10.1080/01676830.2018.1509097
- Kearney A.M., Shah N., Zins J., Gosain A.K. 2021. Fifteen-Year Review of the American Board of Plastic Surgery Maintenance of Certification Tracer Data: Clinical Practice Patterns and Evidence-Based Medicine in Zygomatico-Orbital Fractures. *Plast. Reconstr. Surg.* 1; 147(6): 967e-975e. doi: 10.1097/PRS.0000000000007955



- Kim H., Kim K.H., Koh I.C., Lee G.H., Lim S.Y. 2024. Delayed Treatment of Traumatic Eyeball Dislocation Into the Maxillary Sinus and Treatment Algorithm: a Case Report and Literature Review. *Arch. Craniofac. Surg.* 25(1): 31–37. doi: 10.7181/acfs.2023.00535
- Leconte C., Benedetto C., Lentini F., Simon K., Ouazizi C., Taib T., Cho A., Plotkine M., Mongeau R., Marchand-Leroux C., Besson V.C. 2020. Histological and Behavioral Evaluation after Traumatic Brain Injury in Mice: A Ten Months Follow-Up Study. *J. Neurotrauma.* 1; 37(11): 1342–1357. doi: 10.1089/neu.2019.6679
- Martel A., Bougaci N., Lagier J., Almairac F., Dagain A. 2021. Post-Traumatic Orbitorrhea: An Underestimated Life-Threatening Complication Following Anterior Skull Base Fractures. *Eur. J. Ophthalmol.* 31(2): 123–125. doi: 10.1177/1120672119867827
- Modabber A., Winnand P., Ooms M., Heitzer M., Ayoub N., von Beck F.P., Raith S., Prescher A., Hölzle F., Mücke T. 2024. The Impact of Orbital Floor Defect Ratio on Changes in the Inferior Rectus Muscle and Prediction of Posttraumatic Enophthalmos – A Cadaver Study. *Ann. Anat.* doi: 10.1016/j.aanat.2024.152294
- Moura L.B., Jürgens P.C., Gabrielli M.C., Pereira Filho V.A. 2021. Dynamic Three-Dimensional Finite Element Analysis of Orbital Trauma. *Br. J. Oral. Maxillofac. Surg.* 59(8): 905–911. doi: 10.1016/j.bjoms.2020.09.021
- Nagasao T., Miyanagi T., Wu L., Hatano A., Morotomi T. 2022. Hardness of Artificial Bone and Vulnerability of Reconstructed Skull-A Biomechanical Study. *Eplasty.* 15; 22:41
- Roseanna V.M. 2021. Re: Use of CAD-based Pre-Bent Implants Reduced Theatre Time in Orbital Floor Reconstruction: Results of a Prospective Study. *Br. J. Oral. Maxillofac. Surg.* 59(6): 728. doi: 10.1016/j.bjoms.2020.10.287
- Schlittler F., Schmidli A., Wagner F., Michel C., Mottini M., Lieger O. 2018. What Is the Incidence of Implant Malpositioning and Revision Surgery After Orbital Repair? *J. Oral. Maxillofac. Surg.* 76(1): 146–153. doi: 10.1016/j.joms.2017.08.024
- Song C., Luo Y., Huang W., Duan Y., Deng X., Chen H., Yu G., Huang K., Xu S., Lin X., Wang Y., Shen J. 2023. Extraocular Muscle Volume Index at the Orbital Apex with Optic Neuritis: a Combined Parameter for Diagnosis of Dysthyroid Optic Neuropathy. *Eur. Radiol.* 33(12): 9203–9212. doi: 10.1007/s00330-023-09848-x
- Taniguchi H., Nishioka H., Kuriyama E., Inoue Y., Okumoto T. 2024. Craniofacial Fracture with Superior Orbital Fissure Syndrome Resulting in Pupil-sparing Oculomotor Nerve Palsy. *Plast. Reconstr. Surg. Glob. Open.* 12(5): 5828. doi: 10.1097/GOX.0000000000005828
- Valencia M.R., Miyazaki H., Ito M., Nishimura K., Kakizaki H., Takahashi Y. 2021. Radiological Findings of Orbital Blowout Fractures: a Review. *Orbit.* 40(2): 98–109. doi: 10.1080/01676830.2020.1744670
- Wai K.M., Wolkow N., Yoon M.K. 2021. Displaced Bone Fragment Simulating an Orbital Foreign Body. *Orbit.* 40(4): 344–345. doi:10.1080/01676830.2020.1775263
- Wu K.Y., Fujioka J.K., Daigle P., Tran S.D. 2024. The Use of Functional Biomaterials in Aesthetic and Functional Restoration in Orbital Surgery. *J. FunctBiomater.* 15(2): 33. doi: 10.3390/jfb15020033

**Конфликт интересов:** о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

**Conflict of interest:** no potential conflict of interest related to this article was reported.

Поступила в редакцию 03.06.2024

Поступила после рецензирования 05.07.2024

Принята к публикации 09.08.2024

Received June 06, 2024

Revised July 05, 2024

Accepted August 09, 2024

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Гандылян Кристина Семеновна**, кандидат медицинских наук, доцент, заведующая кафедрой хирургической стоматологии и челюстно-лицевой хирургии, Ставропольский государственный медицинский университет, Ставрополь, Россия

 [ORCID: 0000-0001-8682-6986](https://orcid.org/0000-0001-8682-6986)

## INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Kristina S. Gandylyan**, Candidate of Sciences in Medicine, Associate Professor, Head of the Department of Surgical Dentistry and Maxillofacial Surgery, Stavropol State Medical University, Stavropol, Russia



**Лебедев Петр Романович**, младший научный сотрудник, Центр доклинических и клинических исследований, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Белгород, Россия

 [ORCID: 0000-0001-9102-3360](https://orcid.org/0000-0001-9102-3360)

**Petr R. Lebedev**, Junior Researcher, Center for Pre-Clinical and Clinical Research, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia

**Габбасова Ирина Викторовна**, челюстно-лицевой хирург, Ставропольский государственный медицинский университет, Клиника эндоскопической и малоинвазивной хирургии, Ставрополь, Россия

 [ORCID: 0000-0003-3850-4274](https://orcid.org/0000-0003-3850-4274)

**Irina V. Gabbasova**, Maxillofacial Surgeon, Stavropol State Medical University Clinic of Endoscopic and Minimally Invasive Surgery, Stavropol, Russia

**Слетова Валерия Александровна**, преподаватель кафедры патологии, Пятигорский медико-фармацевтический институт (ПМФИ), Пятигорск, Россия

 [ORCID: 0000-0002-7420-8141](https://orcid.org/0000-0002-7420-8141)

**Valeria A. Sletova**, Lecturer of the Department Pathology, Pyatigorsk Medical and Pharmaceutical Institute, Pyatigorsk, Russia

**Дедиков Дмитрий Николаевич**, кандидат медицинских наук, челюстно-лицевой хирург, НПЦ челюстно-лицевой хирургии и стоматологии «АВЕРС», Краснодар, Россия

 [ORCID: 0000-0002-1152-6804](https://orcid.org/0000-0002-1152-6804)

**Dmitriy N. Dedikov**, Candidate of Sciences in Medicine, Maxillofacial Surgeon, Scientific and Practical Center for Maxillofacial Surgery and Dentistry «AVERS», Krasnodar, Russia

**Кононенко Владимир Иванович**, доктор медицинских наук, доцент, заведующий кафедрой стоматологии 3, Ростовский государственный медицинский университет, Ростов-на-Дону, Россия

 [ORCID: 0000-0002-2164-6017](https://orcid.org/0000-0002-2164-6017)

**Vladimir I. Kononenko**, Doctor of Sciences in Medicine, Associate Professor, Head of the Department of Dentistry 3, Rostov State Medical University, Rostov-on-Don, Russia

**Осмаев Умар Мухмадович**, аспирант кафедры стоматологии общей практики, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Белгород, Россия

 [ORCID: 0009-0005-7167-703X](https://orcid.org/0009-0005-7167-703X)

**Umar M. Osmaev**, Postgraduate Student of the Department of General Practice Dentistry, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia

**Слетов Александр Анатольевич**, доктор медицинских наук, профессор кафедры общей стоматологии, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Белгород, Россия

 [ORCID: 0000-0001-5183-9330](https://orcid.org/0000-0001-5183-9330)

**Aleksandr A. Sletov**, Doctor of Sciences in Medicine, Professor Departments of General Dentistry, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia



УДК:616.31-08  
DOI 10.52575/2687-0940-2024-47-3-328-335  
Обзорная статья

## Оптимизация стоматологического лечения пациентов с гемофилией

Попкова А.А. , Постников М.А. , Буракшаев С.А. , Свечникова М.В.

Самарский государственный медицинский университет,  
Россия, 443099, г. Самара, ул. Чапаевская, 89  
E-mail: [van.youti@mail.ru](mailto:van.youti@mail.ru)

**Аннотация:** В настоящей работе рассмотрена тактика стоматологического лечения пациентов с гемофилией. Пациенты с гемофилией представляют собой особую категорию пациентов, так как у них повышен риск возникновения кровотечений на всех этапах оказания стоматологической помощи. Целью исследования стал обзор информации по стоматологическим проявлениям гемофилии, определение оптимального алгоритма и порядка оказания стоматологической помощи пациентам с данным диагнозом. Для этого был проведен поиск в базах данных PubMed, Cyberleninka, eLIBRARY. Стоматологические манипуляции проводятся по общепринятым методам с соблюдением осторожности в отношении травматизации слизистой оболочки. В ходе лечения необходимо дополнительно использовать гемостатические средства.

**Ключевые слова:** гемофилия, наследственные коагулопатии, стоматологические заболевания, стоматологическое лечение

**Для цитирования:** Попкова А.А., Постников М.А., Буракшаев С.А., Свечникова М.В. 2024. Оптимизация стоматологического лечения пациентов с гемофилией. *Актуальные проблемы медицины*, 47(3): 328–335. DOI: 10.52575/2687-0940-2024-47-3-328-335

**Финансирование:** работа выполнена без внешних источников финансирования

## Optimization of Dental Treatment of Patients with Hemophilia

Anna A. Popkova , Michael A. Postnikov , Stanislav A. Burakshaev ,  
Maria V. Svechnikova

Samara State Medical University,  
89 Chapayevskaya St., Samara 443099, Russia  
E-mail: [van.youti@mail.ru](mailto:van.youti@mail.ru)

**Abstract:** This work discusses the tactics of dental treatment of patients with hemophilia. Hemophilia is an inherited disease caused by a blood clotting disorder (factor VIII or IX deficiency). Patients with hemophilia represent a special category of patients, as they have an increased risk of bleeding from the oral mucosa. The purpose of the study was to review information on dental manifestations of hemophilia, determine the optimal algorithm and procedure for providing dental care to patients with this diagnosis. For this purpose, a search was carried out in the PubMed, Cyberleninka, eLIBRARY databases. Dental manipulations are carried out according to generally accepted methods with caution regarding injury to the mucous membrane. During treatment, it is necessary to use hemostatic agents additionally.

**Keyword:** hemophilia, hereditary coagulopathies, dental diseases, dental treatment

**For citation:** Popkova A.A., Postnikov M.A., Burakshaev S.A., Svechnikova M.V. 2024. Optimization of Dental Treatment of Patients with Hemophilia. *Challenges in Modern Medicine*, 47(3): 328–335 (in Russian). DOI: 10.52575/2687-0940-2024-47-3-328-335

**Funding:** The work was carried out without external sources of funding.

## Введение

В последние годы становится все более актуальной ситуация, связанная с увеличением частоты встречаемости гемофилии среди пациентов. Гемофилия – это наследственное заболевание, которое встречается преимущественно у лиц мужского пола, обуславливается нарушением первой фазы свертывания крови из-за дефицита фактора VIII (гемофилия А) или IX (гемофилия В). Гемофилия клинически проявляется частыми, длительными кровотечениями [Федорова, Сарап, 2023].

Гемофилия представляет собой заболевание, связанное с нарушением свертываемости крови, и оно делится на три степени тяжести в зависимости от активности фактора свертываемости крови: легкая степень – активность фактора более 5 % и менее 40 %; средняя степень – активность фактора в районе 1–5 %; легкая степень – активность фактора менее 5 % [Römer et al., 2022].

Согласно клиническим рекомендациям 2020 года, распространенность данного заболевания среди населения составляет 1:10 000 случаев. При этом гемофилия А встречается чаще, чем гемофилия В. Например, согласно данным областного регистра, в Самаре и Самарской области частота встречаемости гемофилии А составляет 1:33 724; гемофилии В – 1:211 340 [Давыдкин и др., 2012].

Лечение пациентов с гемофилией является сложной задачей для стоматологов, поскольку многие врачи не имеют опыта ведения таких случаев и не представляют, что делать [Sipos, 2022]. Поэтому пациенты с гемофилией до настоящего времени в большинстве случаев лишены получения своевременной и квалифицированной стоматологической помощи, что является причиной высокой распространенности заболеваний зубочелюстной системы.

**Целью исследования:** сбор и обзор информации по стоматологическим проявлениям гемофилии, определение оптимального алгоритма и порядка оказания стоматологической помощи пациентам с данным диагнозом.

## Методы исследования

Данное исследование, учитывая недостаточную разработанность и высокую актуальность, проведено посредством анализа научной литературы. Был проведен поиск и анализ современных русскоязычных и англоязычных исследований. Поиск проводился в базах данных PubMed, Cyberleninka, eLIBRARY по ключевым словам: «гемофилия», «стоматологическое лечение», «стоматологические заболевания».

Рассмотрены клинические проявления гемофилии у стоматологических пациентов. Обобщены данные научных источников, на основе которых представлена тактика стоматологического вмешательства при наличии диагноза гемофилия. Предложен определенный порядок мер профилактики и лечения пациентов с данным заболеванием, которые также включает в себя мероприятия по мотивации к стоматологическому лечению данной категории пациентов.

## Результаты и обсуждение

Пациенты с гемофилией представляют собой особую категорию пациентов в связи с большим количеством последствий заболевания, включая стоматологический статус. У данной группы пациентов кровотечения наиболее часто встречаются в полости рта при удалении зубов, выпадении молочных зубов, травме [Sharma et al., 2022]. Поэтому такие пациенты каждый день живут со страхом кровотечения из-за возможной травмы или повреждения слизистой оболочки. Это приводит к неправильной гигиене полости рта, повышению



риска возникновения кариеса, заболеваний пародонта и слизистой оболочки [Czajkowska et al., 2023].

Стоматологическую помощь пациентам с гемофилией чаще всего оказывают по обращаемости в связи с острой болью. Однако в исследованиях определено, что комплексные мероприятия первичной профилактики и санации полости рта больных гемофилией за два года позволяет значительно улучшить показатели их стоматологического статуса. Поэтому для таких пациентов важна правильная организация стоматологического лечения и профилактики [Гринин, Ковалева, 2018].

Клиническая картина состояния зубочелюстной системы у пациентов с гемофилией имеет свои особенности. Ведь зачастую признаки болезней крови имеют свои проявления в полости рта, поэтому стоматологу необходимо иметь гематологическую настороженность в отношении данных заболеваний. Норбутаев с соавторами определили, что наиболее часто пациенты с гемофилией жалуются на кровоточивость десен, боль в ходе приема пищи, а также на гиперестезию зубов, нарушение вкусовой чувствительности, зловонный запах из полости рта [Норбутаев и др., 2021]. При осмотре пациентов определяется характерная клиническая картина: наличие гипертрофии и отека десен, атрофия ткани альвеолярного гребня, кровоточивость слизистой оболочки на всех участках полости рта. Окраска десны бледная с синюшным оттенком, почти багровая [Перепелкина, Брусенцова, 2019]. Часто наблюдаются серо-желтые выделения со зловонным запахом. Также у всех пациентов с гемофилией (100 %) определяется кариозное поражение зубов. Этот факт объясняют неправильным уходом за полостью рта и отсутствием диспансерного наблюдения, боязнью длительных кровотечений после стоматологических вмешательств. Отмечается значение пандемии коронавирусной инфекции, в результате чего пациенты еще менее активно обращались к специалистам из-за страха инфекции [Норбутаев и др., 2021].

Оптимальная стоматологическая помощь пациентам с гемофилией должна проводиться в тесном сотрудничестве с врачом-гематологом. Доказательством является то, что в исследовании единственное удаление зуба, которое было выполнено без гемостатической терапии, осложнилось кровотечением, а применение гемостатического лечения было связано с уменьшением количества кровотечений [Maas et al., 2022]. Поэтому стоматологу всегда необходимо консультироваться с врачом-гематологом [Федорова, Сарап, 2023]. Сон И.М., Лебедев М.В., Захарова И.Ю., Керимова К.И. [2020] рекомендуют проводить лечение заболеваний полости рта и челюстно-лицевой области у пациентов с гемофилией в стационарных условиях челюстно-лицевой хирургии также совместно с гематологом, так как это будет способствовать оказанию более качественной и безопасной стоматологической помощи больным.

Федорова Р.К., Сарап Л.Р. [2023] разделили стоматологические вмешательства на 4 группы риска по возникновению кровотечений. К вмешательствам с низким риском отнесли зондирование пародонтальных карманов, лечение корневых каналов, полирование поверхности зубов, удаление наддесневого зубного камня, герметизацию фиссур. К вмешательствам со средним риском отнесли реставрацию зубов с использованием абсолютной изоляции и с постановкой инфильтрационной анестезии, удаление поддесневого зубного камня. К вмешательствам с высоким риском относят одонтопрепарирование зубов под ортопедические конструкции, проводниковую анестезию. К вмешательствам с очень высоким риском относят операцию удаления зуба, установку имплантов, рут плэннинг.

Перед любым стоматологическим вмешательством, которое может привести к кровотечению, а особенно перед операцией удаления зуба, пациенту необходимо сдать кровь для оценки количества тромбоцитов, активированного частичного тромбопластинового времени (АЧТВ). Это необходимо для назначения врачом-гематологом адекватной системной терапии [Werlinger et al., 2019].

Основным методом лечения и профилактики кровотечений у больных гемофилией является заместительная терапия препаратами крови с недостающими факторами свертывания. Поэтому, согласно протоколу ведения больных с гемофилией, при инвазивных стоматологических вмешательствах нужно проводить заместительную терапию концентратом фактора свертывания крови за 30 минут до манипуляции, а после приема – каждые 12 часов (в случае гемофилии А), каждые 18 часов (в случае гемофилии В) в течение 5–7 дней до заживления раны [Дауров, 2022].

Местная анестезия является важным этапом стоматологического вмешательства. У пациентов с гемофилией постановка интралигаментарной анестезии не требует факторного лечения во взрослом возрасте и требует факторного лечения в детском возрасте. Проведение проводниковой анестезии нежелательно для таких пациентов, поэтому предлагается ее альтернатива в виде инфильтрационной анестезии на нижней челюсти в комбинации с интралигаментарной и интрапульпарной анестезией [Федорова, Сарап, 2023].

При проведении профессиональной гигиены полости рта у пациентов с гемофилией требуется максимально щадящее отношение к мягким тканям полости рта. Однако это трудно реализовать при помощи снятия зубных отложений ручным способом. В связи с этим Постников М.А., Дудина С.Е., Тиунова Н.В. Шухорова Ю.А., Федосейкина И.В. [2021] предлагают использовать протокол GBT: визуализация мягкого зубного налета с помощью красителя; удаление налета с помощью направленной струи порошка Air Flow Plus, точечное удаление зубного камня с использованием ультразвукового скейлера и аппарата Prophylox Master. Данный протокол показал свою эффективность на практике.

Лечение осложненного кариеса у больных гемофилией проводят по общепринятой методике с анестезией. Однако предварительно проводят заместительную терапию концентратом фактора свертываемости крови. Для пломбирования корневых каналов в исследованиях применяют эندометазон, аш плюс, неотриоцинк, форфенан, для реставрации используют композитные светоотверждаемые материалы. Доказана эффективность глубокого фторирования для профилактики рецидива кариеса, что является, несомненно, важным для таких пациентов [Абубакарова, Абдурахманов, 2020].

В литературе наиболее часто описывают тактику врача-стоматолога при удалении зубов у пациентов с гемофилией. Обязательно требуется предоперационная подготовка, описанная выше, и консультация у гематолога. Удаление зуба (не более 2 за один раз) проводят под местным обезболиванием с соблюдением принципов минимальной травмы лунки и десны. Неподвижные корни и зубы распиливают с использованием фрезы Линдемана с водяным охлаждением. Также отмечается, что гемостаз осуществляют с помощью тугой тампонады гемостатической губкой. Дополнительно для остановки кровотечения используются эпсилон-аминокапроновая кислота или транексамовая кислота. Для профилактики кровотечения лунку ушивают [Рябова и др., 2021].

В настоящее время также разрабатываются современные местные гемостатические препараты, которые врач-стоматолог может использовать в практической деятельности. В качестве раневой повязки применяют PRF-сгусток, его эффективность доказана, он не препятствует эпителизации лунки после удаления зуба и обладает гемостатическим эффектом [Шинкевич, 2022]. Хорошие клинические результаты в виде значительного уменьшения времени кровотечения из лунки удаленного зуба дает использование гемостатического набора «Гемоблок ДЕНТ» у пациентов с гемофилией [Байриков, Блохина, 2023].

После инвазивного стоматологического вмешательства пациентам с нарушениями свертываемости крови следует избегать нестероидных противовоспалительных препаратов и аспирина из-за их влияния на тромбоциты и свертываемость крови. Безопасным обезболивающим является парацетамол, и его можно принимать каждые 6 часов в течение 2–3 дней после операции.



Для оказания эффективной стоматологической помощи пациентам с гемофилией важно, чтобы они были полностью осведомлены о состоянии здоровья полости рта. Это, в свою очередь, требует эффективных методов профилактики стоматологических заболеваний в виде обучения правильной технике чистки зубов, подбора предметов и средств гигиены полости рта [Grigorita et al., 2022]. Поэтому настоятельно рекомендуется, чтобы пациенты с гемофилией получали плановую профилактическую стоматологическую помощь. Они должны проходить осмотры каждые шесть месяцев, и частоту, возможно, потребуется увеличить в зависимости от состояния полости рта [Nomura, 2023].

### Выводы

В данном обзоре литературы был проведен анализ, на основе которого можно сделать выводы.

1. Гемофилия представляет собой серьезное наследственное заболевание, которое не часто встречается в клинической практике, однако может привести к летальным кровотечениям, в том числе из слизистой оболочки полости рта.
2. Проявлениями в полости рта будут являться: гипертрофия и отек десен, атрофия ткани альвеолярного гребня, кровоточивость слизистой оболочки на всех участках.
3. В качестве оптимизации предложено перед любым первичным вмешательством стоматолога проводить консультацию с врачом-гематологом.
4. Стоматологические манипуляции проводятся по общепринятым методам с соблюдением осторожности в отношении травматизации слизистой оболочки. Дополнительно используют гемостатические средства (гемостатические губы, PRF-сгусток, транексамовая кислота). А также после процедуры местно и системно назначают гемостатические средства.
5. Особое внимание должно быть оказанию обучению правильной чистке зубов и подбору средств, предметов гигиены.

### Список литературы

- Абубакарова З.А., Абдурахманов А.И. 2020. Предупреждение вторичного кариеса у больных гемофилией. В кн: Актуальные вопросы стоматологии. Часть VI. Сборник научных трудов конференции, посвященной 35-летию организации кафедры стоматологии ФПК и ППС ИДПО. Махачкала, ДГМУ: 270–275.
- Байриков И.М., Блохина Е.В. 2019. Использование медицинского препарата «Гемоблок ДЕНТ» у больных с гемофилией в стоматологии. Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки, 8: 146–148.
- Гринин В.М., Ковалева Л.С. 2018. Организация стоматологической помощи больным с различной соматической патологией. Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины, 2: 115–118. doi: 10.18821/0869-866X-2018-26-2-115-118
- Давыдкин И.Л., Куртов И.В., Потапенко С.Г. 2012. Гемофилии А и В – наиболее частые орфанные гематологические заболевания на территории Самарской области. Управление качеством медицинской помощи, 1: 17–19.
- Дауров М.Г., Зангионова А.Т.-Б. 2020. Гемофилия в стоматологии. Научный Лидер, 49(94): 45–46.
- Норбутаев А., Шамсиев М., Назарова Н. 2021. Клинико-функциональные изменения твердых тканей зубов у больных гемофилией. ОИИ, 1/S: 248–255.
- Постников М.А., Дудина С.Е., Тиунова Н.В., Шухорова Ю.А., Федосейкина И.В. 2021. Опыт проведения профессиональной гигиены полости рта на основе протокола GBT у пациентов с гемофилией. Аспирантский вестник Поволжья, 1–2: 21–25. doi: 10.55531/2072-2354.2021.21.1.21-25
- Перепелкина М.Г., Брусенцова А.Е. 2019. Поражение слизистой оболочки полости рта у больных гематологического профиля. Синергия Наук, 38: 292–296.
- Рябова В.М., Лынова Е.Н., Дымников А.Б., Литвиненко А.А. 2021. Хирургическая амбулаторная помощь у пациентов с гемофилией. Медицина. Социология. Философия. Прикладные исследования, 3: 13–17.

- Сон И.М., Лебедев М.В., Захарова И.Ю., Керимова К.И. 2020. Проблемы в оказании медицинской помощи пациентам-инвалидам с коагулопатиями при заболеваниях челюстно-лицевой области. Вестник ПензГУ, 1 (29): 96–98. doi: 10.25694/URMJ.2020.07.23
- Федорова Р.К., Сарап Л.Р. 2023. Особенности подготовки и ведения пациентов с гемофилией перед стоматологическими вмешательствами (обзор литературы). МвК, 4: 24–27. doi: 10.24412/2687-0053-2023-4-24-27
- Шинкевич Д.С., Чобанян Н.М. 2022. Опыт удаления зубов с применением повязки из богатого тромбоцитами фибрина (PRF) у больных гемофилией. Вестник Кыргызской государственной медицинской академии имени И.К. Ахунбаева, 3: 80–84.
- Czajkowska S., Rupa-Matysek J., Gil L. & Surdacka A. 2023. Assessment of Oral Health and Healthy Habits in Adult Patients with Congenital Hemophilia. European Journal of Dentistry, 17(1): 161–172. doi: 10.1055/s-0042-1743156
- Grigorita O., Omer L. & Juodzbalys G. 2021. Complications and Management of Patients with Inherited Bleeding Disorders During Dental Extractions: a Systematic Literature Review. Journal of Oral & Maxillofacial Research, 12(2): <https://doi.org/10.5037/jomr.2021.12201>
- Maas D.P.M.S.M., Saes J.L., Blijlevens N.M.A., Cnossen M.H., den Exter P.L., Kruis I.C., Meijer K., Nieuwenhuizen L., Peters M., Schutgens R.E.G., van Heerde W.L., Schols S.E.M. & RBiN study group. 2022. Treatment of Patients with Rare Bleeding Disorders in the Netherlands: Real-Life Data from the RBiN Study. Journal of Thrombosis and Haemostasis : JTH, 20(4): 833–844. doi: 10.1111/jth.15652
- Nomura S. 2023. Current Status and Challenges in Delivering Comprehensive Care for Patients with Hemophilia. Journal of Blood Medicine, 14: 629–637. doi: 10.2147/jbm.s446204
- Römer P., Heimes D., Pabst A., Becker P., Thiem D.G.E. & Kämmerer P.W. 2022. Bleeding Disorders in Implant Dentistry: a Narrative Review and a Treatment Guide. International Journal of Implant Dentistry, 8(1): 20. doi: 10.1186/s40729-022-00418-2
- Sharma S., Shahi A.K., Chandra S., Abdul N.S., Singh B., Singh R. & Shivakumar G.C. 2023. State of Dental Health and Management Needs of Young Hemophilic Patients: A Case-Control Study. International Journal of Clinical Pediatric Dentistry, 16(2): 380–387. doi: 10.5005/jp-journals-10005-2523
- Sipos K. 2022. Haemophiliás betegek fogorvosi ellátása [Dental Management of Patients with Hemophilia]. Orvosi hetilap, 163(24): 943–951. doi: 10.1556/650.2022.32491
- Werlinger F., Villalón M., Duarte V. et al. 2019. Trends of Maxillofacial Trauma: An Update from the Prospective Register of a Multicenter Study in Emergency Services of Chile. Med. Oral. Patol. Oral. Cir. Bucal. 2019; 24(5): 588–594. doi: 10.4317/medoral.22985

## References

- Abubakarova Z.A., Abdurahmanov A.I. 2020. Preduprezhdenie vtorichnogo kariesa u bol'nyh gemofiliej [Prevention of Secondary Caries in Patients with Hemophilia]. V kn: Aktual'nye voprosy stomatologii. Chast' V1. Sbornik nauchnyh trudov konferencii, posvjashhennoj 35 letiju organizacii kafedry stomatologii FPK i PPS IDPO. Mahachkala, DGMU: 270–275.
- Bajrikov I.M., Blohina E.V. 2019. Ispolzovanie medicinskogo preparata "Gemoblok DENT" u bol'nyh s gemofiliej v stomatologii [Use of the Medical Drug "Hemoblock DENT" in Patients with Hemophilia in Dentistry]. Sovremennaja nauka: aktual'nye problemy teorii i praktiki. Serija: Estestvennye i tehniczeskie nauki, 8: 146–148.
- Grinin V.M., Kovaleva L.S. 2018. Organizacija stomatologicheskoy pomoshhi bol'nym s razlichnoj somaticheskoy patologiej [Organization of Dental Care for Patients with Various Somatic Pathologies]. Problemy social'noj gigieny, zdrazvoohranenija i istorii mediciny, 2: 115–118. doi: 10.18821/0869-866X-2018-26-2-115-118
- Davydkin I.L., Kurtov I.V., Potapenko S.G. 2012. Gemofilii A i B – naibolee chastye orfannye gematologicheskie zabolevanija na territorii Samarskoj oblasti [Hemophilia A and B Are the Most Common Orphan Hematological Diseases in the Samara Region]. Upravlenie kachestvom medicinskoj pomoshhi, 1: 17–19.
- Daurov M.G., Zangionova A.T. B. 2020. Gemofilija v stomatologii [Hemophilia in Dentistry]. Nauchnyj Lider, 49(94): 45–46.





- Norbutaev A., Shamsiev M., Nazarova N. 2021. Kliniko-funkcional'nye izmenenija tverdyh tkanej zubov u bol'nyh gemofiliej [Clinical and Functional Changes in Hard Dental Tissues in Patients with Hemophilia]. OII, 1/S: 248–255.
- Postnikov M.A., Dudina S.E., Tiunova N.V., Shukhorova Yu.A., Fedoseikina I.V. 2021. Opyt provedeniya professional'noj gigieny polosti rta na osnove protokola GBT u pacientov s gemofiliej [Experience of Professional Oral Hygiene Based on the GBT Protocol in Patients with Hemophilia]. Aspirantskij vestnik Povolzh'ja, 1–2: 21–25. doi: 10.55531/2072-2354.2021.21.1.21-25
- Perepelkina M.G., Brusencova A.E. 2019. Porazhenie slizistoj obolochki polosti rta u bol'nyh gematologicheskogo profilja [Damage to the Oral Mucosa in Hematological Patients]. Sinergija Nauk, 38: 292–296.
- Rjabova V.M., Lynova E.N., Dymnikov A.B., Litvinenko A.A. 2021. Hirurgicheskaja ambulatornaja pomoshh' u pacientov s gemofiliej [Surgical Outpatient Care for Patients with Hemophilia]. Medicina. Sociologija. Filosofija. Prikladnye issledovaniya, 3: 13–17.
- Son I.M., Lebedev M.V., Zaharova I.Ju., Kerimova K.I. 2020. Problemy v okazanii medicinskoj pomoshhi pacientam-invalidam s koagulopatijami pri zabolevanijah cheljustno-licevoj oblasti [Problems in Providing Medical Care to Disabled Patients with Coagulopathies in Diseases of the Maxillofacial Region]. Vestnik PenzGU, 1 (29): 96–98. doi: 10.25694/URMJ.2020.07.23
- Fedorova R.K., Sarap L.R. 2023. Osobennosti podgotovki i vedeniya pacientov s gemofiliej pered stomatologicheskimi vmeshatel'stvam (obzor literatury) [Features of Preparation and Management of Patients with Hemophilia Before Dental Interventions (Literature Review)]. MvK, 4: 24–27. doi: 10.24412/2687-0053-2023-4-24-27
- Shinkevich D.S., Chobanjan N.M. 2022. Opyt udalenija zubov s primeneniem povjazki iz bogatogo trombocitami fibrina (PRF) u bol'nyh gemofiliej [Experience of Tooth Extraction Using Platelet-Rich Fibrin (PRF) Dressing in Patients with Hemophilia]. Vestnik Kyrgyzskoj gosudarstvennoj medicinskoj akademii imeni I.K. Ahunbaeva, 3: 80–84.
- Czajkowska S., Rupa-Matysek J., Gil L. & Surdacka A. 2023. Assessment of Oral Health and Healthy Habits in Adult Patients with Congenital Hemophilia. European Journal of Dentistry, 17(1): 161–172. doi: 10.1055/s-0042-1743156
- Grigorita O., Omer L. & Juodzbalys G. 2021. Complications and Management of Patients with Inherited Bleeding Disorders During Dental Extractions: a Systematic Literature Review. Journal of Oral & Maxillofacial Research, 12(2): <https://doi.org/10.5037/jomr.2021.12201>
- Maas D.P.M.S.M., Saes J.L., Blijlevens N.M.A., Cnossen M.H., den Exter P.L., Kruis I.C., Meijer K., Nieuwenhuizen L., Peters M., Schutgens R.E.G., van Heerde W.L., Schols S.E.M. & RBiN study group. 2022. Treatment of Patients with Rare Bleeding Disorders in the Netherlands: Real-Life Data from the RBiN Study. Journal of Thrombosis and Haemostasis : JTH, 20(4): 833–844. doi: 10.1111/jth.15652
- Nomura S. 2023. Current Status and Challenges in Delivering Comprehensive Care for Patients with Hemophilia. Journal of Blood Medicine, 14: 629–637. doi: 10.2147/jbm.s446204
- Römer P., Heimes D., Pabst A., Becker P., Thiem D.G.E. & Kämmerer P.W. 2022. Bleeding Disorders in Implant Dentistry: a Narrative Review and a Treatment Guide. International Journal of Implant Dentistry, 8(1): 20. doi: 10.1186/s40729-022-00418-2
- Sharma S., Shahi A.K., Chandra S., Abdul N.S., Singh B., Singh R. & Shivakumar G.C. 2023. State of Dental Health and Management Needs of Young Hemophilic Patients: A Case-Control Study. International Journal of Clinical Pediatric Dentistry, 16(2): 380–387. doi: 10.5005/jp-journals-10005-2523
- Sipos K. 2022. Haemophiliás betegék fogorvosi ellátása [Dental Management of Patients with Haemophilia]. Orvosi hetilap, 163(24): 943–951. doi: 10.1556/650.2022.32491
- Werlinger F., Villalón M., Duarte V. et al. 2019. Trends of Maxillofacial Trauma: An Update from the Prospective Register of a Multicenter Study in Emergency Services of Chile. Med. Oral. Patol. Oral. Cir. Bucal. 2019; 24(5): 588–594. doi: 10.4317/medoral.22985

**Конфликт интересов:** о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

**Conflict of interest:** no potential conflict of interest related to this article was reported.

Поступила в редакцию 06.05.2024

Поступила после рецензирования 24.06.2024

Принята к публикации 14.08.2024

Received May 06, 2024

Revised June 24, 2024

Accepted August 14, 2024

**ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ**

**Попкова Анна Алексеевна**, студентка 5 курса стоматологического факультета, Самарский государственный медицинский университет, г. Самара, Россия

 [ORCID: 0009-0004-7713-0257](https://orcid.org/0009-0004-7713-0257)

**Постников Михаил Александрович**, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой терапевтической стоматологии, Самарский государственный медицинский университет, г. Самара, Россия

 [ORCID: 0000-0002-7199-5207](https://orcid.org/0000-0002-7199-5207)

**Буракшаев Станислав Александрович**, кандидат медицинских наук, доцент кафедры терапевтической стоматологии, Самарский государственный медицинский университет, г. Самара, Россия

 [ORCID: 0000-0002-0987-4367](https://orcid.org/0000-0002-0987-4367)

**Свечникова Мария Вячеславовна**, кандидат медицинских наук, доцент кафедры терапевтической стоматологии, Самарский государственный медицинский университет, г. Самара, Россия

 [ORCID: 0000-0002-8450-7399](https://orcid.org/0000-0002-8450-7399)

**INFORMATION ABOUT THE AUTHORS**

**Anna A. Popkova**, 5<sup>th</sup> Year Student of the Faculty of Dentistry, Samara State Medical University, Samara, Russia

**Michael A. Postnikov**, Doctor of Sciences in Medicine, Professor, Head of the Department of Therapeutic Dentistry, Samara State Medical University, Samara, Russia

**Stanislav A. Burakshaev**, Candidate of Sciences in Medicine, Assistant Professor of the Department of Therapeutic Dentistry, Samara State Medical University, Samara, Russia

**Maria V. Svechnikova**, Candidate of Sciences in Medicine, Assistant Professor of the Department of Therapeutic Dentistry, Samara State Medical University, Samara, Russia



УДК.: 616.314-089.23  
DOI 10.52575/2687-0940-2024-47-3-336-347  
Обзорная статья

## Взаимосвязь зубочелюстных аномалий с сердечно-сосудистыми заболеваниями

Симакова А.А. , Сухановская А.В. , Горбатова М.А. , Гржибовский А.М.   
Северный государственный медицинский университет Минздрава России,  
Россия, 163069, г. Архангельск, пр. Троицкий, 51  
E-mail: [doctororto@yandex.ru](mailto:doctororto@yandex.ru)

**Аннотация.** Введение: в мировой литературе накоплено достаточно научной информации о связи между пародонтопатиями и ишемической болезнью сердца (ИБС), цереброваскулярными заболеваниями, коронарным атеросклерозом и ангиопатиями. Изучено влияние артериальной гипертензии (АГ) на заболевания слизистой оболочки полости рта и воспалительных заболеваний пародонта. Однако связь между зубочелюстными аномалиями (ЗЧА) и сердечно-сосудистыми заболеваниями (ССЗ) практически не изучена, особенно в русскоязычном научном пространстве. Цель: систематический поиск и синтез результатов оригинальных исследований, направленных на изучение связи между ЗЧА и ИБС, АГ и фибрилляцией предсердий (ФП). Материалы и методы: систематический поиск научных публикаций на русском и английском языках проводился в соответствии с рекомендациями PRISMA с использованием PubMed и E-library за период 2000–2023 гг. Результаты: было идентифицировано 245 публикаций по ключевым словам, из которых только 5 отвечали критериям включения и исключения. Пациенты с осложненной формой ИБС – острым инфарктом миокарда (ОИМ) – значимо чаще, по сравнению с пациентами без ОИМ, имели ЗЧА. Также имеются данные, предполагающие связь между ЗЧА и ФП. Информации о наличии значимых связей между ЗЧА и АГ выявлено не было. Выводы: в русскоязычном и англоязычном научном пространстве существует ограниченное количество работ, посвященных изучению связи между ЗЧА и ССЗ. Предполагается наличие связи между ЗЧА и ОИМ и, вероятно, другими формами ИБС, однако результаты единичных работ должны быть реплицированы в других исследованиях.

**Ключевые слова:** зубочелюстные аномалии, сердечно-сосудистые заболевания, взрослое население, систематический обзор

**Для цитирования:** Симакова А.А., Сухановская А.В., Горбатова М.А., Гржибовский А.М. 2024. Взаимосвязь зубочелюстных аномалий с сердечно-сосудистыми заболеваниями. *Актуальные проблемы медицины*, 47(3): 336–347. DOI: 10.52575/2687-0940-2024-47-3-336-347

**Финансирование:** работа выполнена без внешних источников финансирования

---

## Associations Between Dental Anomalies and Cardiovascular Diseases

Anna A. Simakova , Anastasia V. Suhanovskaya ,  
Maria A. Gorbatova , Andrei M. Grjibovski   
Northern State Medical University,  
51 Troitsky Ave., Arkhangelsk 163069, Russia  
E-mail: [doctororto@yandex.ru](mailto:doctororto@yandex.ru)

**Abstract.** Introduction: A significant body of evidence has been accumulated on the associations between periodontitis (PD) and coronary heart disease (CHD), cerebrovascular diseases (CD), coronary atherosclerosis and angiopathy. Associations between arterial hypertension (AH) and diseases of the oral mucosa and PD have also been studied. However, the associations between dental anomalies (DA) and cardiovascular diseases (CVD) have

© Симакова А.А., Сухановская А.В., Горбатова М.А., Гржибовский А.М., 2024

not been analyzed, especially in Russian scientific papers. Aim: To perform a systematic search and qualitative synthesis of the results of original studies aimed at studying the relationship between PCA and coronary artery disease, hypertension and atrial fibrillation (AF). Materials and Methods: A systematic search for scientific publications in Russian and English was carried out using PubMed (Medline) and E-library for the period 2000–2023 in accordance with the PRISMA guidelines. Results: In total, 245 publications were identified, of which only 5 met the inclusion criteria. Patients with a complicated form of CHD – acute myocardial infarction (AMI) were significantly more likely to have DA compared to patients without AMI. There is also evidence suggesting an association between DA and atrial fibrillation (AF). No associations between DA and AH were identified. Conclusions: There is a limited number of research on the associations between DA and CVD in either Russian or English literature. It is suggested that DA may be associated with AF, AMI and, probably, other forms of CHD, but there is a need in replicated of the initial findings in other studies.

**Keywords:** dental anomalies, cardiovascular disease, adult, systematic review

**For citation:** Simakova A.A., Suhanovskaya A.V., Gorbatova M.A., Grijbovski A.M. 2024. Associations Between Dental Anomalies and Cardiovascular Diseases. *Challenges in Modern Medicine*, 47(3): 336–347 (in Russian). DOI: 10.52575/2687-0940-2024-47-3-336-347

**Funding:** The work was carried out without external sources of funding.

---

## Введение

В современной ортодонтии при диагностике и лечении зубочелюстных аномалий (ЗЧА) внимание врачей часто направлено исключительно на локальные показатели эстетики и функции, редко принимается во внимание общесоматическая патология [Тихонов и др., 2023]. ЗЧА – это патологическое диспропорциональное развитие челюстных костей, аномалии соотношения зубных рядов и отдельных зубов, которые характеризуются нарушением функциональных и эстетических показателей. Распространенность аномалий зубочелюстной системы среди всех стоматологических заболеваний во всем мире составила 56 %. Самая высокая распространенность была в Африке (81 %) и Европе (72 %), за ними следовали Америка (53 %) и Азия (48 %) [Lombardo et al., 2020]. Нарушение морфологической целостности, функциональный дисбаланс зубочелюстной системы оказывает негативное влияние на здоровье человека, а именно на функции дыхания, глотания, жевания и речи [Torres et al., 2017]. Сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) являются одной из основных причин смертности в мире [Mensah et al., 2019]. На их долю приходится 32 % всех случаев смерти в мире [World Health Organization, 2021]. В последнее десятилетие активно изучается связь между стоматологическим статусом и ССЗ. Хотя основными факторами риска ССЗ по-прежнему остаются факторы образа жизни (курение табака, дислипидемия, гипертония и изменение метаболизма глюкозы) [Joseph et al., 2017], не исключено влияние хронической пародонтальной инфекции [Sato et al., 2024]. Выявлены связи между воспалительными заболеваниями пародонта (ВЗП) и ишемической болезнью сердца (ИБС) [Bouzid et al., 2022], острым нарушением мозгового кровообращения (ОНМК) [Sen et al., 2018], коронарным атеросклерозом [Shen et al., 2023] и ангиопатиями [Cho et al., 2020]. Пародонтит характеризуется прогрессирующим разрушением поддерживающего связочного аппарата зубов (пародонта), при этом основными признаками являются нарушение клинического прикрепления и потеря альвеолярной кости, наличие пародонтальных карманов и кровотечение при зондировании [Paparapou et al., 2018]. Патофизиологический процесс заболевания известен: инициация накопленных бактериальных биопленок поверхности десневой или поддесневой части приводит к активации иммунно-воспалительного ответа хозяина. Последнее предрасполагает к дисбактериозу биопленки полости рта, что вызывает нарушение регуляции иммунновоспалительных процессов [Han et al., 2023] и, в конечном итоге, приводит к разрушению ткани пародонта [Hajishengallis, Chavakis, 2021]. Предполагается, что связь между стоматологическими патологиями и ССЗ может иметь двухсторонний характер. Например, ВЗП являются фактором риска возникновения ССЗ, так как бактериальные эндотоксины, накапливающиеся в пародонтальных карманах, проникая в системный кровоток, повреждают



эндотелий сосудов [Gualtero et al., 2023]. Пациенты с ВЗП в анамнезе имеют повышенный риск развития атеросклероза по сравнению с пациентами без данной патологии [Czerniuk et al., 2022]. Потеря зубов и/или наличие ВЗП в анамнезе может увеличивать риск ОНМК и ИБС. Кроме того, отмечается прямая корреляция между степенью тяжести ВЗП и степенью тяжести ССЗ [Liu et al., 2019; Sen et al., 2023]. Заболевания периферических артерий могут приводить к ослаблению зубодесневого прикрепления и потере зубов. Отсутствие отдельных зубов нарушает целостность зубных рядов и приводит к их деформации, предрасполагая к формированию ЗЧА [Железная, 2022]. Связь ЗЧА и ССЗ привлекла внимание учёных лишь недавно, а имеющиеся данные литературы противоречивы и неоднородны как по самому наличию связи, так и по потенциальным патофизиологическим механизмам [Abe et al., 2020]. Исследования на тему связи заболеваний периферических артерий и ЗЧА проводились среди детей и подростков, причем нарушения капиллярного кровотока были выявлены только у подростков [Доменюк и др., 2015].

Исследования на лабораторных животных, проведенные в зарубежных исследовательских центрах, внесли вклад в понимание влияния окклюзионной дисгармонии на сердечно-сосудистую систему. Изучалась степень влияния окклюзионной дисгармонии на сердечно-сосудистую систему и оценивалась путем создания завышенного прикуса у лабораторных мышей. Авторами было выявлено, что окклюзионная дисгармония вызывает морфологические изменения в структуре гиппокампа – участка мозга, отвечающего за когнитивные функции, а также приводит к остеопении поясничных позвонков и длинных костей у мышей. Кроме того, такие изменения сопровождаются стрессом, что связано с нарушением нормальной адаптации организма к внешним воздействиям. Следует также отметить, что окклюзионная дисгармония активирует каскад гуморальных реакций, вызванных стрессовыми фактором окклюзионного препятствия, что ведет к увеличению частоты сердечных сокращений. В результате у мышей, у которых происходило увеличение вертикальной высоты во фронтальном отделе, наблюдалось увеличение риска возникновения фибрилляции предсердий [Suita et al., 2020, Yagisawa et al., 2020].

Оригинальных исследований о взаимосвязи ЗЧА и ССЗ среди взрослого населения крайне мало, что говорит о слабой изученности вопроса. Кроме того, систематические обзоры по данной тематике нам не встретились ни в зарубежной, ни в отечественной литературе.

Целью нашей работы является систематический поиск и качественный синтез результатов научных исследований, направленных на изучение взаимосвязи ЗЧА и ССЗ у взрослых и опубликованных в русскоязычной и англоязычной литературе с 2000 года.

### Материалы и методы

Данное исследование представляет собой систематический обзор, выполненный по протоколу PRISMA-2020 [Починкова и др., 2022]. Поиск публикаций осуществлялся в электронных базах библиотек PubMed, MEDLINE и Национальной Электронной Библиотеке (НЭБ), опубликованных на всех языках в период 2000–2023 гг.

Систематический поиск англоязычной литературы проводился с использованием следующей поисковой стратегии: (Association\* OR Correlation\* OR Relation\*) AND (dent\*) AND (anomal\*) AND (cardiovascular diseases OR stroke OR myocardial infarction OR hypertension\*) AND (Adult\*). Дата выполнения последнего поискового запроса 10.12.2023.

Для электронного поиска в НЭБ применяли расширенный поиск с указанием следующих параметров:

- что искать: зубочелюстные аномалии, сердечно-сосудистые заболевания, взрослые;
- где искать: в названии публикации, в аннотации, в ключевых словах;
- тип публикации: статьи в журналах, книги, материалы конференций, депонированные рукописи, диссертации, отчеты, патенты;
- параметры: искать с учетом морфологии;
- годы публикации: 2000–2023 гг.

При скрининге публикаций руководствовались следующими критериями: отбирали источники на русском и английском языках; объект исследования – человек, возрастная группа обследованных – от 18 лет включительно; в обзор включены поперечные и когортные исследования, исследования «случай – контроль». Временной интервал: 2000–2023 гг.

Критерии исключения при отборе публикаций: объект исследования – животное; возраст до 18 лет; лечение зубочелюстных аномалий; профилактика зубочелюстных аномалий; не соответствует тематике обзора. Пилотные исследования, тезисы конференций и обзоры литературы также были исключены.

Кроме ранее указанных источников, в пристатейных списках литературы были идентифицированы публикации и диссертации. Основываясь на рекомендациях PRISMA-2020, диссертационные работы тоже были включены и представлены на схеме как «прочие источники».

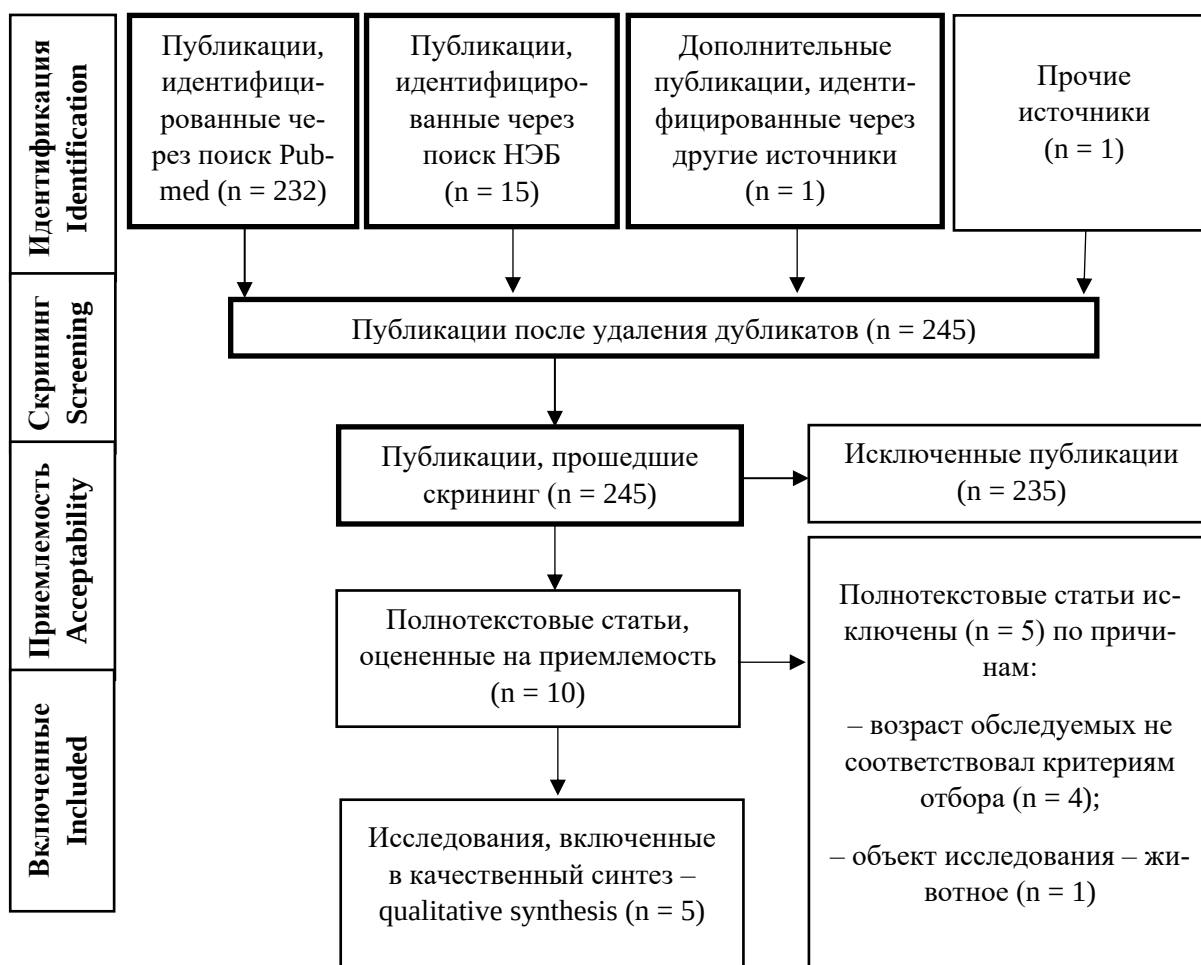


Рис. 1. Блок-схема отбора публикаций для включения в систематический обзор

Fig. 1. Flow chart of selection of studies for a systematic review

## Результаты

Общее количество публикаций, идентифицированных в базах данных PubMed и eLibrary, составило 249. Детальная блок-схема отбора представлена на рисунке. Все дублирующие публикации, встречающиеся в обеих базах, были удалены. Затем проводился отбор статей по названию и аннотации, после чего их осталось 245, из которых 234 не соответствовали хотя бы одному из приведенных выше критериев. После применения критериев исключения соответствовали тематике обзора, возрасту обследованных и годам публикации только 5 публикаций, две из которых были отечественными, которые и вошли в качественный синтез (Таблица 1). В трех из пяти исследованиях были выявлены статистически значимые связи между ССЗ и ЗЧА.



Труфанова Ю.Ю. и соавт. обследовали 205 пациентов и установили, что пациенты с ОИМ в анамнезе значимо чаще имели те или иные ЗЧА. Авторы сделали вывод, что ЗЧА могут предрасполагать к риску появления сердечно-сосудистых осложнений ИБС, в частности ОИМ. Кроме того, не исключен факт влияния ЗЧА на возникновение пароксизмальной формы ФП [Труфанова и др., 2017].

Проведенное в 2013 году исследование Иващенко Ю.Ю. и соавт. позволило установить взаимосвязь ЗЧА с различными формами ИБС и ее осложнениями. В исследовании приняло участие 294 пациента с диагностированной ИБС. У пациентов с перенесенным ОИМ чаще, в сравнении с пациентами без ОИМ в анамнезе, отмечались те или иные ЗЧА. Также авторы предполагают, что ЗЧА являются факторами риска осложнений ИБС, особенно ОИМ. Наличие у пациента ЗЧА также было связано с персистирующей ФП у пациентов с ИБС [Иващенко и др., 2013].

Abe M. и соавт. изучали связь между ЗЧА и аритмиями с помощью анкетирования 9 098 студентов Токийского университета. Всего 8 пациентов с ЗЧА имели в анамнезе аритмию (4,10 %) ( $p < 0,001$ ). 99 пациентов (1,11 %) с аритмией не отмечали у себя ЗЧА ( $p < 0,001$ ). Осведомленность пациентов о ЗЧА была тесно связана с наличием в анамнезе аритмии (ОШ 2,809; 95 % ДИ 1,083–7,288,  $p = 0,034$ ) [Abe et al., 2020].

Iwashima Y. и соавт. в исследовании типа «случай – контроль» изучали связь патологии прикуса и АГ. В исследовании участвовало 1 643 пациента (средний возраст 66 лет). У участников с АГ (778 пациентов) и без АГ (865 пациентов) оценивался стоматологический статус. Степень тяжести патологии ЗЧС оценивалась по индексу Eichner. Наличие патологии ЗЧС не было связано с риском возникновения АГ (ОШ 1,09; 95 % ДИ 0,78–1,55,  $p = 0,62$ ). Статистически значимой связи между патологией окклюзии и гипертонической болезнью не было обнаружено [Iwashima et al., 2014].

Faria V.C. и соавт. изучали связь между АГ и ЗЧА. В исследовании приняло участие 53 пациента с АГ. В перечень ортодонтического обследования входил фотопротокол лица, получение оттисков с верхней и нижней челюстей и изготовление диагностических моделей. Результаты исследования не показали связи между ЗЧА и АГ [Faria et al., 2006].

Таблица 1  
Table 1

Основные результаты отобранных для обзора исследований  
Summary of the main findings of the selected studies

| Исследование (год)              | Тип исследования | Размер выборки | ССЗ              | Основные результаты                                                                                                   | Источник |
|---------------------------------|------------------|----------------|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| Труфанова Ю.Ю. и соавт. (2017)  | Поперечное       | 205            | ИБС, ОИМ, ФП     | Пациенты с ОИМ в анамнезе чаще имели ЗЧА. Не исключено влияние ЗЧА на возникновение ФП                                | [11]     |
| Иващенко Ю.Ю. и с соавт. (2013) | Поперечное       | 294            | ИБС, АГ, ОИМ, ФП | У пациентов с ИМ в 2 раза чаще, чем у пациентов без ИМ, отмечались ЗЧА; наличие у пациента ЗЧА связано с развитием ФП | [5]      |
| Abe M. et al. (2020)            | Поперечное       | 9098           | ФП               | Выявлена связь между аритмией и ФП                                                                                    | [13]     |
| Iwashima Y. et al. (2013)       | Когортное        | 1643           | АГ               | Не выявлено связи между ЗЧА и АГ                                                                                      | [22]     |
| Faria V.C. et al. (2006)        | Поперечное       | 53             | АГ               | АГ не влияет на развитие ЗЧА                                                                                          | [18]     |

Примечание: АГ – артериальная гипертензия, ЗЧА – зубочелюстные аномалии, ИБС – ишемическая болезнь сердца, КА – коронарный атеросклероз, ОИМ – острый инфаркт миокарда, ФП – фибрилляция предсердий.



## Обсуждение

В настоящем систематическом обзоре обобщены опубликованные исследования о связи ССЗ и ЗЧА. В исследования было включено в общей сложности 11 293 пациента. В выборке, состоящей в общем количестве из 499 человек, авторы продемонстрировали влияние патологии ЗЧС на развитие ИБС и её осложнений. Но ввиду сомнительного гипотезогенерирующего результата эти данные подлежат дальнейшему изучению, т. к. научные исследования пока не дают однозначного результата о наличии прямой взаимосвязи между ЗЧА и ИБС. Тем не менее существуют потенциальные механизмы, которые могут объяснить возможную ассоциацию между данными патологиями. Один из таких критериев может быть связан с системным воспалением и эндотелиальной дисфункцией при наличии у пациента в анамнезе, помимо ЗЧА, ВЗП, что, в свою очередь, может увеличить риск развития атеросклероза и ИБС [Ивашенко и др., 2013]. Наличие связи между патологией окклюзии и аритмиями, в частности ФП, было выявлено авторами на выборке объемом 9 098 человек. Данные логистического регрессионного анализа указывают на выделение патологий ЗЧС как обособленного фактора риска, который связан с наличием ФП. Эти данные объясняются тем, что существует взаимосвязь между наличием ФП и врожденным синдромом неспецифической дисплазии соединительной ткани (НДСТ), одним из проявлений которого являются ЗЧА [Шкарин и др., 2020]. Аномалии ЗЧС в качестве «наружной стигмы» дисплазии имеют связь с внутренними, в том числе аномалиями строения предсердий. Последние, по данным исследований, предрасполагают к развитию ФП. Существуют и другие механизмы развития ФП при НДСТ, среди которых патология вегетативной нервной системы, нарушения иммунного ответа, гипомагнемия, развитие фиброза и другие заболевания, описанные при синдроме НДСТ. Связь между ЗЧА и ФП также может объясняться действием стрессового фактора, приводящего к активации гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы и выделению в кровь катехоламинов, что в последующем приводит к нарушению сердечной функции и, в частности, к пароксизмальной фибрилляции предсердий [Suita et al., 2020].

Результаты двух исследований, охвативших в общей сумме 1 696 пациентов, не выявили значимой корреляции между АГ и патологией зубочелюстной системы. В контексте научной литературы АГ, как правило, ассоциируется с кариесом зубов и ВЗП. Результаты проведенных исследований продемонстрировали, что наличие артериальной гипертензии сопряжено с худшим здоровьем полости рта. Данное состояние, в свою очередь, ассоциируется с наличием пародонтального воспаления и связано с повышенной частотой возникновения цереброваскулярных заболеваний, ИБС, хроническими заболеваниями почек и повышенной смертностью [Колесникова и др., 2020]. Вероятно, имеющиеся взаимосвязи обусловлены патофизиологическими механизмами, такими как системное воспаление, изменения в кровотоке и другие патологические процессы, требующие дальнейших исследований для более глубокого понимания их природы и влияния на здоровье человека [Трухан и др., 2023]. Существует множество исследований, подтверждающих наличие связи между ССЗ и ВЗП. Исследования, касающиеся взаимосвязи между ЗЧА и ВЗП, вызывают дискуссии в научном сообществе [Bouchard]. Вместе с тем существует некоторое количество данных, указывающих, что патология пародонта может оказывать влияние на состояние ЗЧС. Этот процесс может быть объяснен следующим образом: тяжелый пародонтит в сочетании с осложненным кариесом может стать причиной потери зубов [Tonetti et al., 2017]. Потеря зубов, в свою очередь, может привести к перемещению «миграции» оставшихся зубов по зубному ряду, приводя к развитию ЗЧА [Zasciurinskiene et al., 2023].

Актуальные исследования показывают, что более половины пациентов с тяжелым пародонтитом, оцененным как III–IV стадия, нуждаются в ортодонтическом лечении из-за разнообразных осложнений этого заболевания. Среди осложнений можно выделить патологическую миграцию зубов, окклюзионные травмы и серьезные нарушения функции жевания [Passanezi, Sant’Ana, 2019]. Это было связано с тем, что вторичные аномалии прикуса



могут осложнять дальнейшее развитие заболевания пародонта, ухудшая его прогноз и приводя к множественной потере зубов и дальнейшему формированию более серьезных вторичных деформаций и миграций зубов [Zasciurinskiene et al., 2023].

Результаты поиска и отбора литературы по данной теме свидетельствуют о недостаточном количестве проведенных исследований и крайне ограниченной базе данных. Связь между ЗЧА и ССЗ исследована недостаточно, а полученные результаты противоречивы. Кроме того, во всех проведенных исследованиях не было изучено изолированное влияние ЗЧА в формировании ССЗ. Эффект в большей мере был обусловлен наличием у пациентов с ЗЧА в анамнезе ВЗП и их негативного воздействия на системный кровоток и деятельность сердца.

Такое малое число проведенных исследований обуславливает необходимость организации когортных исследований на репрезентативных выборках достаточного объема с большим количеством данных о ССЗ и ЗЧА и возможностью проспективного наблюдения с использованием, например, медицинских информационных систем [Драчев и др., 2022; Симакова и др., 2023]. В связи с этим глубокое понимание взаимосвязи между ЗЧА и ССЗ, их патофизиологических механизмов необходимо в первую очередь для разработки стратегий профилактики и лечения, направленных на снижение риска развития сердечно-сосудистых заболеваний у пациентов с заболеваниями зубочелюстной системы.

### Заключение

На основе анализа представлены литературные данные, согласно которым ЗЧА могут быть ассоциированы с повышенным риском развития ИБС, ОИМ и ФП. Однако не было выявлено значимой связи между ЗЧА и АГ. Для более глубокого понимания этих взаимосвязей и возможных патофизиологических механизмов необходимо проведение когортных исследований. Данные исследования должны включать широкий спектр заболеваний сердечно-сосудистой системы и зубочелюстных патологий, включая их тип, степень выраженности, сопутствующие факторы риска и прочее. Такие исследования будут направлены на уточнение роли ЗЧА в патогенезе ССЗ и определение факторов, способствующих этой взаимосвязи. Это позволит создать более эффективную стратегию наблюдения, диагностики и лечения сердечно-сосудистых заболеваний у пациентов с ЗЧА, что имеет решающее значение для оптимизации клинической практики и улучшения результатов в области кардиологии и стоматологии.

### Список литературы

- Доменюк Д.А., Орфанова Ж.С., Ведешина Э.Г. 2015. Сравнительная оценка регионарной гемодинамики тканей пародонта у пациентов с физиологическим прикусом и зубочелюстными аномалиями. Кубанский научный медицинский вестник. (3).
- Драчев С.Н., Попов В.А., Симакова А.А., Горбатова М.А., Кудрявцев А.В., Шагров Л.Л., Попова Д.А., Гржибовский А.М., Концевая А.В., Юшманова Т.Н., Горбатова Л.Н. 2022. Оценка стоматологического здоровья участников исследования «Эпидемиология сердечно-сосудистых заболеваний в регионах Российской Федерации. Третье обследование» в Архангельской области: профиль исследования. Экология человека. 29(7); 513–526. doi: 10.17816/humeco109191
- Железная Ю.К., Железный С.П., Пивень Э.Д. 2022. Морфофункциональная характеристика и особенности вторичных деформаций зубных рядов в различные возрастные периоды. Сибирский медицинский вестник. 6(2); 43–47. doi: 10.31549/2541-8289-2022-6-2-43-47.
- Иващенко Ю.Ю., Шварц Ю.Г., Пархонюк Е.В., Еремин О.В. 2013. Взаимосвязь хронической патологии зубочелюстной системы с ишемической болезнью сердца и ее осложнениями. Саратовский научно-медицинский журнал. 9(3); 408–412.
- Колесникова Л.Р., Погодина А.В., Валявская О.В., Зурбанова Л.В., Рычкова Л.В. 2020. Артериальная гипертензия и болезни полости рта у подростков. Стоматология. 99(6): 48–54. doi: 10.17116/stomat20209906148

- Починкова П.А., Горбатова М.А., Наркевич А.Н., Гржибовский А. М. 2022. Обновленные краткие рекомендации по подготовке и представлению систематических обзоров: что нового в PRISMA-2020? Морская медицина. 8(2); 88–101, doi: 10.22328/2413-5747-2022-8-2-88-101
- Симакова А.А., Кудрявцев А.В., Горбатова М.А., Драчев С.Н., Юшманова Т.Н., Подрезова А.В., Гржибовский А.М., Горбатова Л.Н. 2023. Стоматологическое здоровье взрослого населения г. Архангельска: профиль исследования. Экология человека. 30. doi: 10.17816/humeco624200
- Тихонов В.Э., Гринин В.М., Севбитов А.В., Калиновский С.И., Магомадова А.У., Олейников А.А. 2023. Особенности оказания ортодонтической помощи детям с различным уровнем соматического здоровья. Наука молодых (Eruditio Juvenium). 11(4); 474–482. doi: 10.23888/НМJ2023114474-482
- Труфанова Ю.Ю., Пархонюк Е.В., Шварц Ю.Г. 2017. Стоматологическая патология у больных с перенесенным инфарктом миокарда и фибрилляцией предсердий. Современные проблемы науки и образования. (5); 126.
- Трухан Д.И., Сулимов А.Ф., Трухан Л.Ю. 2023. Коморбидность артериальной гипертензии и пародонтита: стоматологическая гипертензия. Клинический разбор в общей медицине. 4(6): 62–68. doi: 10.47407/kr2023.4.5.00273
- Шкарин В.В., Дмитриенко С.В., Доменюк Д.А., Кондратьева Т.А., Арутюнян Ю.С. 2020. Особенности аномалий окклюзии при недифференцированных дисплазиях соединительной ткани. Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. 2 (74), 171–173. doi: 10.19163/1994-9480-2020-2(74)-171-173
- Abe M., Mitani A., Yao A., Zong L., Hoshi K., Yanagimoto S. 2020. Awareness of Malocclusion Is Closely Associated with Allergic Rhinitis, Asthma, and Arrhythmia in Late Adolescents. Healthcare (Basel). 8(3): 209. doi: 10.3390/healthcare8030209
- Bouchard P.P. Economist Report Shows Prevalence of Periodontitis Unchanged over 20 Years. European Federation of Periodontology.
- Bouزيد F., Gtif I., Alfadhli S., Charfeddine S., Ghorbel W., Abdelhédi R., Benmarzoug R., Abid L., Bouayed Abdelmoula N., Elloumi I., Masmoudi S., Rebai A., & Kharrat N. 2022. A Potential Oral Microbiome Signature Associated with Coronary Artery Disease in Tunisia. Bioscience Reports. 42(7). doi: 10.1042/BSR20220583
- Cho D., Song I., Choi J., Gwon J.G. 2020. Risk of Peripheral Arterial Disease in Patients with Periodontitis: a Nationwide, Population-Based, Matched Cohort Study. Atherosclerosis. 297: 96–101. doi: 10.1016/j.atherosclerosis.2020.02.012
- Czerniuk M.R., Surma S., Romańczyk M., Nowak J.M., Wojtowicz A., Filipiak K.J. 2022. Unexpected Relationships: Periodontal Diseases: Atherosclerosis-Plaque Destabilization? From the Teeth to a Coronary Event. Biology (Basel). 11(2): 272. doi: 10.3390/biology11020272
- Faria V.C., de Oliveira M.A., Santos L.A., Santoro I.L., Fernandes A.L. 2006. The Effects of Asthma on Dental and Facial Deformities. J. Asthma. 43(4): 307–9. doi: 10.1080/02770900600623305
- Gualtero D.F., Lafaurie G.I., Buitrago D.M., Castillo Y., Vargas-Sanchez P.K., Castillo D.M. 2023. Oral Microbiome Mediated Inflammation, a Potential Inductor of Vascular Diseases: A Comprehensive Review. Front. Cardiovasc. Med. 10: 1250263. doi: 10.3389/fcvm.2023.1250263
- Hajishengallis G. & Chavakis T. 2021. Local and Systemic Mechanisms Linking Periodontal Disease and Inflammatory Comorbidities. Nature Reviews. Immunology; 21(7): 426–440. doi: 10.1038/s41577-020-00488-6
- Han N., Liu Y., Du J., Xu J., Guo L., Liu Y. 2023. Regulation of the Host Immune Microenvironment in Periodontitis and Periodontal Bone Remodeling. Int. J. Mol. Sci. 24(4): 3158. doi: 10.3390/ijms24043158
- Iwashima Y., Kokubo Y., Ono T., Yoshimuta Y., Kida M., Kosaka T., Maeda Y., Kawano Y., Miyamoto Y. 2014. Additive Interaction of Oral Health Disorders on Risk of Hypertension in a Japanese Urban Population: the Suita Study. Am. J. Hypertens. 27(5); 710–9. doi: 10.1093/ajh/hpt227.
- Joachim M.V., Richter D.E., Mohana A., Labeeb M., Abdelraziq M., Abu El-Naaj I. 2021. Quality of Life After Class III Repair Orthognathic Surgery: Five-Year Retrospective Study. J. Craniofac. Surg. 01; 32(8): 2588–2591. doi: 10.1097/SCS.00000000000007716.
- Joseph P., Leong D., McKee M., Anand S.S., Schwalm J.D., Teo K., Mente A., Yusuf S. 2017. Reducing the Global Burden of Cardiovascular Disease, Part 1: the Epidemiology and Risk Factors. Circulation Research. 121(6): 677–94. doi: 10.1161/CIRCRESAHA.117.308903



- Liu W., Cao Y., Dong L., et al. 2019. Periodontal Therapy for Primary or Secondary Prevention of Cardiovascular Disease in People with Periodontitis. *Cochrane Database Syst. Rev.* 12(12). doi: 10.1002/14651858.CD009197.
- Lombardo G., Vena F., Negri P., Pagano S., Barilotti C., Paglia L., Colombo S., Orso M., Cianetti S. 2020. Worldwide Prevalence of Malocclusion in the Different Stages of Dentition: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Eur. J. Paediatr. Dent.* 21(2): 115–122. doi: 10.23804/ejpd.2020.21.02.05.
- Mensah G.A., Roth G.A., Fuster V. 2019. The Global Burden of Cardiovascular Diseases and Risk Factors. *Journal of the American College of Cardiology.* 74: 2529–2532. doi: 10.1016/j.jacc.2019.10.009
- Papapanou P.N., Sanz M., Buduneli N., Dietrich T., Feres M., Fine D.H., Flemmig T.F., Garcia R., Giannobile W.V., Graziani F., Greenwell H., Herrera D., Kao R.T., Kebschull M., Kinane D.F., Kirkwood K.L., Kocher T., Kornman K.S., Kumar P.S., Tonetti M.S. 2018. Periodontitis: Consensus Report of Workgroup 2 of the 2017 World Workshop on the Classification of Periodontal and Peri-implant Diseases and Conditions. *Journal of Clinical Periodontology.* 45(20): 162–170. doi: 10.1111/jcpe.12946
- Passanezi E., Sant’Ana A.C.P. 2019. Role of Occlusion in Periodontal Disease. *Periodontol 2000.* 79(1): 129–50. doi: 10.1111/prd.12251.
- Sato A., Arai S., Sumi K., et al. 2024. Metagenomic Analysis of Bacterial Microflora in Dental and Atherosclerotic Plaques of Patients With Internal Carotid Artery Stenosis. *Clin. Med. Insights Cardiol.* 18: 11795468231225852. doi: 10.1177/11795468231225852
- Sen S., Curtis J., Hicklin D., et al. 2023. Periodontal Disease Treatment After Stroke or Transient Ischemic Attack: The PREMIERS Study, a Randomized Clinical Trial. *Stroke.* 54(9): 2214–2222. doi: 10.1161/STROKEAHA.122.042047
- Sen S., Giamberardino L.D., Moss K., Morelli T., Rosamond W.D., Gottesman R.F., Beck J., & Offenbacher S. 2018. Periodontal Disease, Regular Dental Care Use, and Incident Ischemic Stroke. *Stroke.* 49(2), 355–362. doi: 10.1161/STROKEAHA.117.01
- Shen M., Li Z., Li H., Yan X., Feng B., Xu L. 2023. Association of Periodontitis and Tooth Loss with Extent of Coronary Atherosclerosis in Patients with Type 2 Diabetes Mellitus. *Front Endocrinol (Lausanne).* 14. doi: 10.3389/fendo.2023.1243992
- Silva I., Cardemil C., Kashani H., et al. 2016. Quality of Life in Patients Undergoing Orthognathic Surgery – A two-centered Swedish study. *J. Craniomaxillofac. Surg.* 44(8): 973–978. doi:10.1016/j.jcms.2016.04.005
- Suita K., Yagisawa Y., Ohnuki Y., Umeki D., Nariyama M., Ito A., Hayakawa Y., Matsuo I., Mototani Y., Saeki Y., Okumura S. 2020. Effects of Occlusal Disharmony on Susceptibility to Atrial Fibrillation in Mice. *Sci. Rep.* 10(1): 13765. doi: 10.1038/s41598-020-70791-8.
- World Health Organization. (2021). Cardiovascular Diseases (CVD). Retrieved from <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-cvds>
- Yagisawa Y., Suita K., Ohnuki Y., Ishikawa M., Mototani Y., Ito A., Matsuo I., Hayakawa Y., Nariyama M., Umeki D., Saeki Y., Amitani Y., Nakamura Y., Tomonari H., Okumura S. 2020. Effects of Occlusal Disharmony on Cardiac Fibrosis, Myocyte Apoptosis and Myocyte Oxidative DNA Damage in Mice. *PLoS One.* 15(7): e0236547. doi: 10.1371/journal.pone.0236547.
- Zasčiurinskienė E., Bulotaitė S., Bjerklin K., Lodienė G., Šidlauskas A., Zaborskis A. 2023. Knowledge, Attitudes, and Interest in Orthodontic Treatment: A Cross-Sectional Study in Adults with Stage III–IV Periodontitis and Secondary Malocclusions. *BMC Oral Health.* 23(1): 853. doi: 10.1186/s12903-023-03605-8
- Zasčiurinskienė E., Rastokaite L., Lindsten R., Baseviciene N., Sidlauskas A. 2023. Malocclusions, Pathologic Tooth Migration, and the Need for Orthodontic Treatment in Subjects with Stage III–IV Periodontitis. A Cross-Sectional Study. *Eur. J. Orthod.* 45(4): 418–29. doi: 10.1093/ejo/cjad003.
- Zhu L., Tang Z., Hu R., Gu M., Yang Y. 2023. Ageing and Inflammation: What Happens in Periodontium? *Bioengineering (Basel).* 10(11): 1274. doi: 10.3390/bioengineering10111274

## References

- Domenyuk D.A., Orfanova Zh.S., Vedeshina E.G. 2015. Comprative Evaluation of Regional Periodontium Tissue Hemodynamics in Patients with Physiological Occlusion and Dentoalveolar Anomalies. *Kuban Scientific Medical Bulletin.* (3) (in Russian).

- Drachev S.N., Popov V.A., Simakova A.A., Gorbatoва M.A., Kudryavtsev A.V., Shagrov L.L., Popova D.A., Grjibovski A.M., Kontsevaya A.V., Yushmanova T.N., Gorbatoва L.N. 2022. Study Profile: Oral Health Assessment Among Participants of “Epidemiology of Cardiovascular Diseases in Russian Regions. Third study” in the Arkhangelsk region // *Human Ecology*. 29(7); 513–526 (in Russian). doi: 10.17816/humeco109191
- Zheleznyaya Yu.K., Zhelezny S.P., Piven E.D.M. 2022. Morphofunctional Characteristics and Features of Secondary Dentition Deformities in Different Age Periods. *Sibirskii meditsinskii vestnik*. 6(2); 43–47 (in Russian). doi: 10.31549/2541-8289-2022-6-2-43-47.
- Ivaschenko Y.Y., Shvarts Y.G., Parkhonyuk E.V., Eremin O.V. 2013. Chronic Oral Pathology and Ischemic Heart Disease and its Complications. *Saratov Journal of Medical Scientific Research*. 9(3); 408–412 (in Russian).
- Kolesnikova L.R., Pogodina A.V., Valyavskaya O.V., Zurbanova L.V., Rychkova L.V. 2020. Arterial Hypertension and Oral Disease in Adolescents. *Stomatologiya*. 99(6): 48–54 (in Russian). doi: 10.17116/stomat2020990614.
- Pochinkova P.A., Gorbatoва M.A., Narkevich A.N., Grjibovski A.M. 2022. Updated Brief Recommendations Onwriting and Presenting Systematic Reviews: What’s New in PRISMA-2020 Guidelines? *Marine Medicine*. 8(2); 88–101 (in Russian). doi: 10.22328/2413-5747-2022-8-2-88-101.
- Simakova A.A., Kudryavtsev A.V., Gorbatoва M.A., Drachev S.N., Yushmanova T.N., Podrezova A.V., Grjibovski A.M., Gorbatoва L.N. 2023. Dental Health in the Adult Population of Arkhangelsk: A Study Protocol. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 30 (in Russian). doi: 10.17816/humeco624200
- Tikhonov V.E., Grynin V.M., Sevbitov A.V., Kalinovskiy S.I., Magomadova A.U., Oleynikov A.A. 2023. Features of Providing Orthodontic Care to Children with Different Somatic Health Level. *Science of the Young (Eruditio Juvenium)*. 11(4): 474–482 (in Russian). doi: 10.23888/HMJ2023114474-482.
- Trufanova Yu.Yu., Parkhonyuk E.V., Shvarts Yu.G. 2017. Stomatological Pathology in Patients with Prior Myocardial Infarction and Atrial Fibrillation. *Modern Problems of Science and Education*. (5); 126 (in Russian).
- Trukhan D.I., Sulimov A.F., Trukhan L.Yu. 2023. Comorbidity of Arterial Hypertension and Periodontitis: Dental Hypertension. *Klinicheskii razbor v obshchei meditsine*. 4(6): 62–68 (in Russian). doi: 10.47407/kr2023.4.5.00273
- Shkarin V.V., Dmitrienko S.V., Domenyuk D.A., Kondratyeva T.A., Harutyunyan Yu.S. 2020. Features of Occlusion Anomalies in Undifferentiated Connective Tissue Dysplasia. *Science Journal of Volgograd State University*. 2 (74), 171–173 (in Russian). doi: 10.19163/1994-9480-2020-2(74)-171-173
- Abe M., Mitani A., Yao A., Zong L., Hoshi K., Yanagimoto S. 2020. Awareness of Malocclusion Is Closely Associated with Allergic Rhinitis, Asthma, and Arrhythmia in Late Adolescents. *Healthcare (Basel)*. 8(3): 209. doi: 10.3390/healthcare8030209
- Bouchard P.P. Economist Report Shows Prevalence of Periodontitis Unchanged over 20 Years. *European Federation of Periodontology*.
- Bouza F., Gtif I., Alfadhli S., Charfeddine S., Ghorbel W., Abdelhédi R., Benmarzoug R., Abid L., Bouayed Abdelmoula N., Elloumi I., Masmoudi S., Rebai A., & Kharrat N. 2022. A Potential Oral Microbiome Signature Associated with Coronary Artery Disease in Tunisia. *Bioscience Reports*. 42(7). doi: 10.1042/BSR20220583
- Cho D., Song I., Choi J., Gwon J.G. 2020. Risk of Peripheral Arterial Disease in Patients with Periodontitis: a Nationwide, Population-Based, Matched Cohort Study. *Atherosclerosis*. 297: 96–101. doi: 10.1016/j.atherosclerosis.2020.02.012
- Czerniuk M.R., Surma S., Romańczyk M., Nowak J.M., Wojtowicz A., Filipiak K.J. 2022. Unexpected Relationships: Periodontal Diseases: Atherosclerosis-Plaque Destabilization? From the Teeth to a Coronary Event. *Biology (Basel)*. 11(2): 272. doi: 10.3390/biology11020272
- Faria V.C., de Oliveira M.A., Santos L.A., Santoro I.L., Fernandes A.L. 2006. The Effects of Asthma on Dental and Facial Deformities. *J. Asthma*. 43(4): 307–9. doi: 10.1080/02770900600623305
- Gualtero D.F., Lafaurie G.I., Buitrago D.M., Castillo Y., Vargas-Sanchez P.K., Castillo D.M. 2023. Oral Microbiome Mediated Inflammation, a Potential Inductor of Vascular Diseases: A Comprehensive Review. *Front. Cardiovasc. Med*. 10: 1250263. doi: 10.3389/fcvm.2023.1250263



- Hajishengallis G. & Chavakis T. 2021. Local and Systemic Mechanisms Linking Periodontal Disease and Inflammatory Comorbidities. *Nature Reviews. Immunology*; 21(7): 426–440. doi: 10.1038/s41577-020-00488-6
- Han N., Liu Y., Du J., Xu J., Guo L., Liu Y. 2023. Regulation of the Host Immune Microenvironment in Periodontitis and Periodontal Bone Remodeling. *Int. J. Mol. Sci.* 24(4): 3158. doi: 10.3390/ijms24043158
- Iwashima Y., Kokubo Y., Ono T., Yoshimuta Y., Kida M., Kosaka T., Maeda Y., Kawano Y., Miyamoto Y. 2014. Additive Interaction of Oral Health Disorders on Risk of Hypertension in a Japanese Urban Population: the Suita Study. *Am. J. Hypertens.* 27(5): 710–9. doi: 10.1093/ajh/hpt227.
- Joachim M.V., Richter D.E., Mohana A., Labeeb M., Abdelraziq M., Abu El-Naaj I. 2021. Quality of Life After Class III Repair Orthognathic Surgery: Five-Year Retrospective Study. *J. Craniofac. Surg.* 01; 32(8): 2588–2591. doi: 10.1097/SCS.00000000000007716.
- Joseph P., Leong D., McKee M., Anand S.S., Schwalm J.D., Teo K., Mente A., Yusuf S. 2017. Reducing the Global Burden of Cardiovascular Disease, Part 1: the Epidemiology and Risk Factors. *Circulation Research.* 121(6): 677–94. doi: 10.1161/CIRCRESAHA.117.308903
- Liu W., Cao Y., Dong L., et al. 2019. Periodontal Therapy for Primary or Secondary Prevention of Cardiovascular Disease in People with Periodontitis. *Cochrane Database Syst. Rev.* 12(12). doi: 10.1002/14651858.CD009197.
- Lombardo G., Vena F., Negri P., Pagano S., Barilotti C., Paglia L., Colombo S., Orso M., Cianetti S. 2020. Worldwide Prevalence of Malocclusion in the Different Stages of Dentition: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Eur. J. Paediatr. Dent.* 21(2): 115–122. doi: 10.23804/ejpd.2020.21.02.05.
- Mensah G.A., Roth G.A., Fuster V. 2019. The Global Burden of Cardiovascular Diseases and Risk Factors. *Journal of the American College of Cardiology.* 74: 2529–2532. doi: 10.1016/j.jacc.2019.10.009
- Papapanou P.N., Sanz M., Buduneli N., Dietrich T., Feres M., Fine D.H., Flemmig T.F., Garcia R., Giannobile W.V., Graziani F., Greenwell H., Herrera D., Kao R.T., Kebschull M., Kinane D.F., Kirkwood K.L., Kocher T., Kornman K.S., Kumar P.S., Tonetti M.S. 2018. Periodontitis: Consensus Report of Workgroup 2 of the 2017 World Workshop on the Classification of Periodontal and Peri-implant Diseases and Conditions. *Journal of Clinical Periodontology.* 45(20): 162–170. doi: 10.1111/jcpe.12946
- Passanezi E., Sant’Ana A.C.P. 2019. Role of Occlusion in Periodontal Disease. *Periodontol 2000.* 79(1): 129–50. doi: 10.1111/prd.12251.
- Sato A., Arai S., Sumi K., et al. 2024. Metagenomic Analysis of Bacterial Microflora in Dental and Atherosclerotic Plaques of Patients With Internal Carotid Artery Stenosis. *Clin. Med. Insights Cardiol.* 18: 11795468231225852. doi: 10.1177/11795468231225852
- Sen S., Curtis J., Hicklin D., et al. 2023. Periodontal Disease Treatment After Stroke or Transient Ischemic Attack: The PREMIERS Study, a Randomized Clinical Trial. *Stroke.* 54(9): 2214–2222. doi: 10.1161/STROKEAHA.122.042047
- Sen S., Giamberardino L.D., Moss K., Morelli T., Rosamond W.D., Gottesman R.F., Beck J., & Offenbacher S. 2018. Periodontal Disease, Regular Dental Care Use, and Incident Ischemic Stroke. *Stroke.* 49(2), 355–362. doi: 10.1161/STROKEAHA.117.01
- Shen M., Li Z., Li H., Yan X., Feng B., Xu L. 2023. Association of Periodontitis and Tooth Loss with Extent of Coronary Atherosclerosis in Patients with Type 2 Diabetes Mellitus. *Front Endocrinol (Lausanne).* 14. doi: 10.3389/fendo.2023.1243992
- Silva I., Cardemil C., Kashani H., et al. 2016. Quality of Life in Patients Undergoing Orthognathic Surgery – A two-centered Swedish study. *J. Craniomaxillofac. Surg.* 44(8): 973–978. doi:10.1016/j.jcms.2016.04.005
- Suita K., Yagisawa Y., Ohnuki Y., Umeki D., Nariyama M., Ito A., Hayakawa Y., Matsuo I., Mototani Y., Saeki Y., Okumura S. 2020. Effects of Occlusal Disharmony on Susceptibility to Atrial Fibrillation in Mice. *Sci. Rep.* 10(1): 13765. doi: 10.1038/s41598-020-70791-8.
- World Health Organization. (2021). Cardiovascular Diseases (CVD). Retrieved from <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-cvds>
- Yagisawa Y., Suita K., Ohnuki Y., Ishikawa M., Mototani Y., Ito A., Matsuo I., Hayakawa Y., Nariyama M., Umeki D., Saeki Y., Amitani Y., Nakamura Y., Tomonari H., Okumura S. 2020. Effects of Occlusal Disharmony on Cardiac Fibrosis, Myocyte Apoptosis and Myocyte Oxidative DNA Damage in Mice. *PLoS One.* 15(7): e0236547. doi: 10.1371/journal.pone.0236547.

- Zasčiurinskienė E., Bulotaitė S., Bjerklin K., Lodienė G., Šidlauskas A., Zaborskis A. 2023. Knowledge, Attitudes, and Interest in Orthodontic Treatment: A Cross-Sectional Study in Adults with Stage III–IV Periodontitis and Secondary Malocclusions. *BMC Oral Health*. 23(1): 853. doi: 10.1186/s12903-023-03605-8
- Zasčiurinskiene E., Rastokaite L., Lindsten R., Baseviciene N., Sidlauskas A. 2023. Malocclusions, Pathologic Tooth Migration, and the Need for Orthodontic Treatment in Subjects with Stage III–IV Periodontitis. A Cross-Sectional Study. *Eur. J. Orthod.* 45(4): 418–29. doi: 10.1093/ejo/cjad003.
- Zhu L., Tang Z., Hu R., Gu M., Yang Y. 2023. Ageing and Inflammation: What Happens in Periodontium? *Bioengineering (Basel)*. 10(11): 1274. doi: 10.3390/bioengineering10111274

**Конфликт интересов:** о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

**Conflict of interest:** no potential conflict of interest related to this article was reported.

Поступила в редакцию 09.04.2024

Поступила после рецензирования 24.06.2024

Принята к публикации 14.08.2024

Received April 09, 2024

Revised June 24, 2024

Accepted August 14, 2024

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Симакова Анна Александровна**, ассистент кафедры стоматологии детского возраста, Северный государственный медицинский университет, г. Архангельск, Россия

[ORCID:0000-0001-8883-9254](https://orcid.org/0000-0001-8883-9254)

**Сухановская Анастасия Владимировна**, ординатор первого года обучения кафедры стоматологии детского возраста по специальности “Ортодонтия”, Северный государственный медицинский университет, г. Архангельск, Россия

[ORCID: 0009-0006-8943-7103](https://orcid.org/0009-0006-8943-7103)

**Горбатова Мария Александровна**, кандидат медицинских наук, магистр общественного здравоохранения, доцент кафедры стоматологии детского возраста, Северный государственный медицинский университет, г. Архангельск, Россия

[ORCID:0000-0002-6363-9595](https://orcid.org/0000-0002-6363-9595)

**Гржибовский Андрей Мечиславович**, начальник управления по научной и инновационной работе, Северный государственный медицинский университет, г. Архангельск, Россия

[ORCID: 0000-0002-5464-0498](https://orcid.org/0000-0002-5464-0498)

## INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Anna A. Simakova**, Member of the Professional Society of Orthodontists, Assistant at the Department of Pediatric Dentistry, Northern State Medical University, Arkhangelsk, Russia

**Anastasia V. Suhanovskaya**, First-Year Resident Student of the Department of Pediatric Dentistry, "Orthodontics" Field of Training, Northern State Medical University, Arkhangelsk, Russia

**Maria A. Gorbatova**, Candidate of Sciences in Medicine, Master of Public Health, Associate Professor of Pediatric Dentistry, Northern State Medical University, Arkhangelsk, Russia

**Andrej M. Grjibovski**, Head of the Directorate for Research and Innovations, Northern State Medical University, Arkhangelsk, Russia





УДК: 616.314-08  
DOI 10.52575/2687-0940-2024-47-3-348-357  
Оригинальное исследование

## К вопросу о совершенствовании качества ортодонтического лечения пациентов с дистальной окклюзией при помощи системы элайнеров

Русак Ж.И.<sup>1</sup> , Артамонов А.А.<sup>2</sup> 

<sup>1)</sup> Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова, Россия, 123006, г. Москва, ул. Долгоруковская, д. 4, стр. 2;

<sup>2)</sup> Институт медико-биологических проблем РАН, Россия, 123007, г. Москва, Хорошевское шоссе, 76А  
E-mail: [anton.art.an@gmail.com](mailto:anton.art.an@gmail.com)

**Аннотация.** Ортодонтическое лечение с помощью системы элайнеров является относительно новым направлением лечения пациентов с дистальной окклюзией. Небольшое число публикаций по вопросу совершенствования и улучшения данного типа лечения, а также отсутствие информации о возможных величинах перемещений и ротаций зубов при лечении элайнерами стало мотивацией для данного исследования. Было проведено ретроспективное исследование на основе протоколов лечения 193 пациентов. Использовались методы описательной статистики для выбранной группы пациентов. Оценены реальные перемещения/ротации коронок и корней зубов сразу после успешного прохождения пациентами лечения. Улучшение и совершенствование ортодонтического лечения с помощью системы элайнеров заключается в том, что появилась возможность сопоставить план лечения данного конкретного пациента со статистическим распределением, представленным в данной работе, на предмет превышения предела (третьего квартиля) перемещения или ротации. Превышение предела (третьего квартиля) будет сигнализировать лечащему врачу-ортодонт о том, что врач должен обратить внимание на данное экстремальное перемещение/ротацию и по возможности скорректировать план лечения.

**Ключевые слова:** элайнеры, ротация, перемещения зубов, ортодонтическое лечение, дистальная окклюзия

**Для цитирования:** Русак Ж.И., Артамонов А.А. 2024. К вопросу о совершенствовании качества ортодонтического лечения пациентов с дистальной окклюзией при помощи системы элайнеров. *Актуальные проблемы медицины*, 47(3): 348–357. DOI: 10.52575/2687-0940-2024-47-3-348-357

**Финансирование:** работа выполнена без внешних источников финансирования

## To the Issue of Improving the Quality of Orthodontic Treatment of Patients with Distal Occlusion Using the Aligner System

Jacqueline I. Rusak<sup>1</sup> , Anton A. Artamonov<sup>2</sup> 

<sup>1)</sup> A.I. Evdokimov Moscow State Medical and Dental University, 2/4 Dolgorukovskaya St., Moscow 123006, Russia;

<sup>2)</sup> Institute of Biomedical Problems of the Russian Academy of Science, 76A Khoroshevskoe High., Moscow 123007, Russia  
E-mail: [anton.art.an@gmail.com](mailto:anton.art.an@gmail.com)

**Abstract.** Orthodontic treatment with aligner systems is a relatively new treatment option for patients with distal occlusion. The small number of publications on the issue of improving and improving this type of

© Русак Ж.И., Артамонов А.А., 2024

treatment, as well as the lack of information about the possible amounts of movement and rotation of teeth during treatment with aligners, became the motivation for this study. A retrospective study was conducted based on the treatment protocols of 193 patients. Descriptive statistics methods were used for the selected group of patients. The real movements/rotations of the crowns and roots of teeth were assessed immediately after successful treatment by patients. The improvement and advancement of orthodontic treatment with the aligner system is that it is now possible to compare the treatment plan for that particular patient with the statistical distribution presented in this paper for exceeding the limit (third quartile) of translation or rotation. Exceeding the limit (third quartile) will signal to the attending orthodontist that the doctor should pay attention to this extreme movement/rotation and, if possible, adjust the treatment plan.

**Keywords:** aligners, rotation, tooth movements, orthodontic treatment, distal occlusion

**For citation:** Rusak J.I., Artamonov A.A. 2024. To the Issue of Improving the Quality of Orthodontic Treatment of Patients with Distal Occlusion Using the Aligner System. *Challenges in Modern Medicine*, 47(3): 348–357 (in Russian). DOI: 10.52575/2687-0940-2024-47-3-348-357

**Funding:** The work was carried out without external sources of funding.

---

## Введение

Терапия прозрачными каппами – это относительно новый тип ортодонтического лечения. Для лечения используются индивидуально изготовленный для каждого пациента набор пластиковых (прозрачных) капп для запланированного последовательного перемещения и ротации зубов в желаемое положение. Все большую популярность набирают у пациентов элайнеры. В отличие от брекетов, элайнеры практически незаметны. Еще к удобству применения элайнеров можно отнести возможность их снять самостоятельно для гигиены полости рта [Inchingolo et al., 2022]. Удобство в использовании элайнеров и возможности самостоятельно проводить качественную гигиену полости рта приводит к более высоким показателям здоровья полости рта относительно других методов ортодонтического лечения, о чем свидетельствует систематический обзор с метаанализом [Oikonomou et al., 2022]. Еще один результат в пользу элайнеров был получен в систематическом обзоре [Cardoso et al., 2020]. В этом обзоре говорится о том, что пациенты, проходящие лечение с использованием системы элайнеров, испытывают меньше боли в первый месяц лечения, чем пациенты с брекетами.

Однако с развитием ортодонтического лечения с применением системы элайнеров стали возникать вопросы об ограничениях данного вида лечения. Одним из них является сложность предстоящего лечения [Kassam et al., 2020]. Чем более сложный случай предстоит лечить врачу-ортодонт, тем больше вероятности, что будет использоваться один из классических методов лечения. Прежде всего это обусловлено относительной новизной данного метода. Объективно возникает потребность в улучшении и совершенствовании ортодонтического лечения при помощи системы элайнеров.

Систематический обзор с метаанализом является одним из методов доказательной медицины. Ниже мы представим выводы для нескольких систематических обзоров с целью обоснования необходимости улучшения ортодонтического лечения с использованием системы элайнеров. В систематическом обзоре [Papageorgiou et al., 2020] был представлен мета-анализ клинических данных рандомизированных и нерандомизированных исследований с участием в основном взрослых пациентов с нарушениями прикуса от легкой до тяжелой степени, с удалением и без удаления зубов. Метаанализ этих исследований показал, что ортодонтическое лечение с помощью капп связано с худшими результатами лечения по сравнению с несъемными аппаратами. Однако систематический обзор [Pithon et al., 2019] показал, что лечение с использованием системы элайнеров достаточно эффективно при лечении аномалий прикуса I класса в случаях экстракции и при большой скученности зубов. Помимо этого, был представлен результат в систематическом обзоре [Zheng et al., 2017],



что пациенты с элайнерами проводили на 50 % меньше времени «в кресле» и на 67 % нуждались в меньшем количестве посещений неотложной стоматологической помощи, чем пациенты, получавшие лечение обычными устройствами (Edgewise). Таким образом, есть как и положительные, так и негативные факты, связанные с лечением при помощи элайнеров. Наличие негативных фактов приводит к мысли о необходимости анализа неблагоприятных результатов лечения и последующего его улучшения.

В данной работе рассматриваются уже существующие подходы и методы улучшения и совершенствования лечения при помощи системы элайнеров. Для этого использовался подход систематического обзора литературы. Систематический обзор литературы позволил рассмотреть доступные источники с целью выявления научно-обоснованных рекомендаций. Для систематического обзора были использованы поисковая система Гугл Академия и PubMed, где ведется поиск исключительно по научным публикациям. Стоит заметить, что в русскоязычной литературе чрезвычайно мало публикаций, посвященных теме ортодонтического лечения с использованием системы элайнеров.

В таблице 1 представлен результат нашего систематического обзора научной литературы. Обращает на себя внимание вопрос мотивации пациентов к выполнению всех предписаний. Безусловно, эта проблема относится ко всем видам лечения. Но лечение элайнерами – это длительный процесс, который занимает более полугода. И от соблюдения пациентами предписаний зависит качество лечения, но зачастую пациентам не хватает мотивации к выполнению рекомендаций стоматолога-ортодонта на всей протяженности лечения. Таким образом, одна из важных рекомендаций – контроль мотивации пациента. Этот вывод соответствует результатам ретроспективного исследования более 2 500 пациентов, проходивших ортодонтическое лечение при помощи системы элайнеров [Timm et al., 2021]. Удивительным оказался тот факт, что женщины и пациенты, уже проходившие ортодонтическое лечение, хуже выполняют рекомендации врача [Timm et al., 2021]. Что, видимо, тоже необходимо учитывать при планировании лечения.

Таблица 1  
Table 1

Методы и подходы улучшения качества ортодонтического лечения при помощи системы элайнеров  
Methods and approaches to improve the quality of orthodontic treatment using an aligner system

| Рекомендации                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Ссылка                                                                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Интеграция оценок качества жизни в клиническую практику для определения приоритетов ортодонтического лечения.</li> <li>Комплексный подход к ортодонтическому лечению, где важно учитывать не только функциональные, но и психосоциальные аспекты здоровья пациентов.</li> <li>Индивидуальный подход к каждому клиническому случаю с учетом специфических потребностей и ожиданий пациентов относительно их качества жизни. Особенно в пожилом возрасте, где необходимо учитывать изменения в тканях пародонта, снижение плотности костной ткани и общее состояние здоровья</li> </ul> | [Ипполитов и др., 2022]<br>[Hagg et al., 2007]<br>[Maspero et al., 2010] |
| Постлечебное наблюдение и ретенционные процедуры для поддержания стабильности результатов ортодонтического лечения.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | [Arponen et al., 2022]                                                   |
| Управление факторами, влияющими на соблюдение пациентом рекомендаций. Оптимизация взаимодействия с пациентами.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | [Stefanovic et al., 2021]                                                |
| Использование вертикальных прямоугольных аттачментов на клыках полезно для достижения более предсказуемого движения резцов по сравнению с оптимизированными аттачментами на клыках.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | [Ren et al., 2022]                                                       |
| Использование вспомогательных устройств (например, межчелюстные эластики, временные опорные устройства), коррекция в середине курса, доработки или даже переход к фиксированным ортодонтическим аппаратам для завершения лечения.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | [Stefanovic et al., 2021]                                                |

В большинстве рассмотренных статей было упоминание о том, что нет информации о распределении результирующих значений перемещений и ротаций зубов при лечении элайнерами. Знание распределения параметров, характеризующих успешное лечение дистальной окклюзии, позволит стоматологу-ортодонту оценивать планируемый план лечения системой элайнеров. В этом отношении планируется внести свой вклад в совершенствование качества ортодонтического лечения пациентов с данной патологией при помощи системы элайнеров.

### Объекты и методы исследования

В нашем ретроспективном исследовании был проведен статистический анализ результатов лечения 193 пациентов с дистальной окклюзией, успешно прошедших ортодонтическое лечение при помощи системы элайнеров. В группу пациентов входили как мужчины, так и женщины.

Процесс лечения включал в себя следующие этапы:

1. Первичный осмотр пациента для определения необходимости использования элайнеров.
2. Создание точной 3D-модели зубного ряда.
3. Разработка индивидуального плана лечения.
4. Ношение каждого комплекта капп в течение примерно двух недель, прежде чем переходить к следующему комплекту серии.
5. Регулярные осмотры у ортодонта для отслеживания прогресса и внесения необходимых корректировок.

### Статистические методы исследования

Статистический анализ проводился с использованием программы StatTech v. 4.1.5 (разработчик – ООО «Статтех», Россия).

Количественные показатели оценивались на предмет соответствия нормальному распределению с помощью критерия Колмогорова – Смирнова.

В случае отсутствия нормального распределения количественные данные описывались с помощью медианы ( $Me$ ) и нижнего и верхнего квартилей ( $Q1$  –  $Q3$ ) – интерквартильного размаха [IQR].

Сравнение трех и более групп по количественному показателю, распределение которого отличалось от нормального, выполнялось с помощью критерия Краскела – Уоллиса, апостериорные сравнения – с помощью критерия Данна с поправкой Холма.

Различия считались статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

### Результаты и их обсуждение

В таблице 1 представлен результат систематического обзора литературы. Результат представлен в виде научно-обоснованных рекомендаций. Эти рекомендации повторяются в том или ином виде в различных публикациях. По-видимому, рекомендации из таблицы 1 являются общими для всех врачей-ортодонт, использующих в своей практике лечение элайнерами.

Был проведен статистический анализ результатов перемещения/ротации корней и коронок (см. табл. 2 и 3) зубов пациентов с дистальной окклюзией, которые успешно прошли ортодонтическое лечение при помощи системы элайнеров. В статистическом анализе были использованы реальные значения перемещения/ротации корней и коронок только тех пациентов, которые уже закончили лечение и их лечение признано успешным. Количество пациентов в ретроспективном анализе равно 193.

В таблицах 2 и 3 для каждого вида перемещения/ротации и для каждого зуба указано медианное значение ( $Me$ ) и в квадратных скобках – значения первого ( $Q1$ ) и третьего квартиля ( $Q3$ ).



Таблица 2

Table 2

Описательная статистика перемещений/ротаций корней зубов  
Descriptive statistics of tooth root movements/rotations

| Зуб | Тип перемещения            |                                  |                              |                       |                      |                      |
|-----|----------------------------|----------------------------------|------------------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|
|     | Экструзия,<br>интрузия, мм | Вестибулярное<br>лингвальное, мм | Мезиальное<br>дистальное, мм | Ротация, °            | Ангуляция,<br>°      | Инклина-<br>ция, °   |
| 1.7 | 0,30 [0,10;<br>0,70]       | 0,60 [0,20;<br>1,40]             | 0,70 [0,20;<br>1,60]         | 4,70 [1,50;<br>9,80]  | 1,30 [0,30;<br>3,20] | 1,90 [0,30;<br>4,55] |
| 1.6 | 0,30 [0,10;<br>0,50]       | 0,60 [0,30;<br>1,40]             | 0,80 [0,30;<br>1,60]         | 6,65 [3,20;<br>11,05] | 2,30 [0,80;<br>4,57] | 2,10 [0,70;<br>4,10] |
| 1.5 | 0,25 [0,10;<br>0,50]       | 0,70 [0,30;<br>1,50]             | 1,20 [0,50;<br>2,20]         | 4,45 [1,60;<br>8,20]  | 3,00 [1,20;<br>5,62] | 3,30 [1,48;<br>5,60] |
| 1.4 | 0,30 [0,10;<br>0,60]       | 0,60 [0,30;<br>1,25]             | 1,30 [0,60;<br>2,05]         | 4,30 [1,90;<br>7,75]  | 2,70 [0,90;<br>5,55] | 3,50 [1,80;<br>6,05] |
| 1.3 | 0,60 [0,30;<br>0,95]       | 0,80 [0,40;<br>1,45]             | 1,50 [0,50;<br>2,70]         | 9,50 [4,20;<br>14,50] | 3,10 [1,20;<br>5,80] | 2,30 [1,15;<br>4,45] |
| 1.2 | 0,60 [0,25;<br>1,20]       | 1,20 [0,50;<br>2,30]             | 1,20 [0,60;<br>2,20]         | 7,60 [3,45;<br>13,25] | 3,50 [1,30;<br>5,60] | 4,30 [1,90;<br>7,10] |
| 1.1 | 0,60 [0,30;<br>1,20]       | 1,40 [0,57;<br>2,90]             | 0,70 [0,40;<br>1,30]         | 5,60 [2,48;<br>8,93]  | 2,15 [1,00;<br>3,92] | 3,65 [1,60;<br>7,90] |
| 2.1 | 0,70 [0,38;<br>1,12]       | 1,50 [0,50;<br>2,92]             | 0,80 [0,30;<br>1,50]         | 4,75 [2,00;<br>9,40]  | 2,30 [1,00;<br>4,10] | 3,70 [1,88;<br>7,10] |
| 2.2 | 0,60 [0,30;<br>1,10]       | 1,10 [0,40;<br>2,20]             | 0,90 [0,43;<br>1,98]         | 6,35 [2,90;<br>14,73] | 3,00 [1,23;<br>5,40] | 3,30 [1,50;<br>6,30] |
| 2.3 | 0,50 [0,30;<br>0,90]       | 0,80 [0,40;<br>1,70]             | 1,70 [0,70;<br>2,90]         | 8,10 [3,50;<br>12,45] | 3,40 [1,60;<br>6,60] | 2,80 [1,10;<br>4,80] |
| 2.4 | 0,30 [0,10;<br>0,50]       | 0,70 [0,30;<br>1,58]             | 1,30 [0,60;<br>2,20]         | 6,20 [2,32;<br>11,20] | 3,20 [1,12;<br>5,40] | 3,75 [1,70;<br>6,38] |
| 2.5 | 0,20 [0,10;<br>0,50]       | 0,70 [0,30;<br>1,30]             | 1,10 [0,60;<br>1,90]         | 4,10 [2,00;<br>7,20]  | 3,10 [1,10;<br>5,40] | 3,30 [1,50;<br>5,40] |
| 2.6 | 0,20 [0,10;<br>0,60]       | 0,70 [0,30;<br>1,30]             | 1,00 [0,40;<br>1,70]         | 5,00 [1,80;<br>8,60]  | 2,30 [1,00;<br>4,50] | 2,00 [0,70;<br>4,10] |
| 2.7 | 0,30 [0,10;<br>0,70]       | 0,50 [0,20;<br>1,30]             | 0,90 [0,20;<br>2,00]         | 2,50 [0,50;<br>5,35]  | 1,60 [0,25;<br>3,85] | 1,70 [0,30;<br>4,20] |
| 4.7 | 0,20 [0,00;<br>0,50]       | 0,30 [0,00;<br>0,78]             | 0,40 [0,00;<br>1,00]         | 1,95 [0,20;<br>5,07]  | 1,35 [0,10;<br>4,38] | 1,00 [0,00;<br>2,90] |
| 4.6 | 0,30 [0,10;<br>0,50]       | 0,50 [0,20;<br>1,10]             | 0,70 [0,30;<br>1,30]         | 3,00 [0,90;<br>5,50]  | 2,00 [0,60;<br>3,50] | 1,70 [0,50;<br>3,30] |
| 4.5 | 0,30 [0,10;<br>0,50]       | 0,60 [0,30;<br>1,20]             | 1,20 [0,60;<br>2,20]         | 4,75 [2,23;<br>10,47] | 3,40 [1,70;<br>6,60] | 2,65 [1,20;<br>4,80] |
| 4.4 | 0,30 [0,18;<br>0,60]       | 0,60 [0,20;<br>1,30]             | 0,95 [0,40;<br>2,20]         | 7,70 [3,18;<br>14,10] | 3,30 [1,40;<br>7,20] | 2,75 [1,50;<br>5,12] |
| 4.3 | 1,00 [0,50;<br>1,40]       | 0,70 [0,30;<br>1,30]             | 1,70 [0,50;<br>2,90]         | 9,60 [5,20;<br>17,90] | 4,10 [1,40;<br>7,10] | 2,20 [1,00;<br>4,50] |
| 4.2 | 1,30 [0,70;<br>2,00]       | 0,70 [0,38;<br>1,40]             | 1,10 [0,40;<br>2,00]         | 6,45 [3,08;<br>11,77] | 3,10 [1,20;<br>5,80] | 2,90 [1,38;<br>6,30] |
| 4.1 | 1,40 [0,70;<br>2,00]       | 0,70 [0,30;<br>1,40]             | 0,70 [0,30;<br>1,10]         | 6,60 [2,35;<br>11,20] | 2,00 [0,90;<br>3,20] | 3,60 [1,40;<br>6,75] |
| 3.1 | 1,30 [0,70;<br>2,00]       | 0,70 [0,30;<br>1,50]             | 0,60 [0,30;<br>1,10]         | 5,70 [2,90;<br>10,50] | 1,90 [0,80;<br>3,40] | 3,40 [1,70;<br>6,00] |
| 3.2 | 1,30 [0,70;<br>2,00]       | 0,90 [0,30;<br>1,70]             | 1,00 [0,40;<br>1,60]         | 6,30 [2,60;<br>10,70] | 2,80 [1,40;<br>4,60] | 4,10 [1,40;<br>6,20] |

Окончание табл. 2

| 1   | 2                    | 3                    | 4                    | 5                     | 6                    | 7                    |
|-----|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|
| 3.3 | 0,80 [0,40;<br>1,50] | 0,80 [0,40;<br>1,50] | 1,40 [0,70;<br>2,30] | 7,50 [3,30;<br>14,80] | 3,80 [1,80;<br>6,10] | 2,50 [1,00;<br>4,80] |
| 3.4 | 0,30 [0,10;<br>0,60] | 0,60 [0,20;<br>1,40] | 1,10 [0,47;<br>2,20] | 6,95 [2,38;<br>12,27] | 3,35 [1,50;<br>6,83] | 2,80 [1,20;<br>5,90] |
| 3.5 | 0,30 [0,10;<br>0,57] | 0,65 [0,30;<br>1,20] | 1,00 [0,43;<br>2,00] | 5,95 [2,82;<br>12,67] | 2,90 [0,85;<br>5,40] | 3,10 [1,20;<br>5,10] |
| 3.6 | 0,20 [0,10;<br>0,50] | 0,40 [0,10;<br>0,90] | 0,60 [0,20;<br>1,20] | 3,50 [1,23;<br>6,95]  | 1,50 [0,40;<br>3,10] | 1,65 [0,40;<br>3,48] |
| 3.7 | 0,20 [0,00;<br>0,40] | 0,40 [0,00;<br>0,90] | 0,40 [0,00;<br>1,12] | 2,25 [0,20;<br>7,53]  | 1,20 [0,10;<br>4,12] | 1,40 [0,10;<br>3,62] |

Таблица 3

Table 3

Описательная статистика перемещений/ротаций коронок зубов

Descriptive statistics of movements/rotations of dental crowns

| Зуб | Тип перемещения               |                                     |                                 |                       |                      |                      |
|-----|-------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|
|     | Экструзия,<br>интрузия,<br>мм | Вестибулярное<br>лингвальное,<br>мм | Мезиальное<br>дистальное,<br>мм | Ротация, °            | Ангуляция,<br>°      | Инклина-<br>ция, °   |
| 1.7 | 0,30 [0,10;<br>0,70]          | 0,50 [0,10;<br>0,95]                | 0,40 [0,10;<br>1,45]            | 4,70 [1,50;<br>9,80]  | 1,30 [0,30;<br>3,20] | 1,90 [0,30;<br>4,55] |
| 1.6 | 0,30 [0,10;<br>0,50]          | 0,80 [0,30;<br>1,30]                | 0,40 [0,10;<br>1,20]            | 6,65 [3,20;<br>11,05] | 2,30 [0,80;<br>4,57] | 2,10 [0,70;<br>4,10] |
| 1.5 | 0,25 [0,10;<br>0,50]          | 1,00 [0,50;<br>1,60]                | 0,40 [0,20;<br>1,30]            | 4,45 [1,60;<br>8,20]  | 3,00 [1,20;<br>5,62] | 3,30 [1,48;<br>5,60] |
| 1.4 | 0,30 [0,10;<br>0,60]          | 0,90 [0,50;<br>1,40]                | 0,60 [0,20;<br>1,25]            | 4,30 [1,90;<br>7,75]  | 2,70 [0,90;<br>5,55] | 3,50 [1,80;<br>6,05] |
| 1.3 | 0,60 [0,30;<br>0,95]          | 0,60 [0,30;<br>1,10]                | 0,60 [0,30;<br>1,40]            | 9,50 [4,20;<br>14,50] | 3,10 [1,20;<br>5,80] | 2,30 [1,15;<br>4,45] |
| 1.2 | 0,60 [0,25;<br>1,20]          | 0,70 [0,30;<br>1,65]                | 0,50 [0,30;<br>1,05]            | 7,60 [3,45;<br>13,25] | 3,50 [1,30;<br>5,60] | 4,30 [1,90;<br>7,10] |
| 1.1 | 0,60 [0,30;<br>1,20]          | 0,90 [0,40;<br>1,90]                | 0,40 [0,10;<br>0,70]            | 5,60 [2,48;<br>8,93]  | 2,15 [1,00;<br>3,92] | 3,65 [1,60;<br>7,90] |
| 2.1 | 0,70 [0,38;<br>1,12]          | 0,90 [0,40;<br>1,80]                | 0,40 [0,20;<br>0,90]            | 4,75 [2,00;<br>9,40]  | 2,30 [1,00;<br>4,10] | 3,70 [1,88;<br>7,10] |
| 2.2 | 0,60 [0,30;<br>1,10]          | 0,80 [0,30;<br>1,60]                | 0,50 [0,20;<br>1,38]            | 6,35 [2,90;<br>14,73] | 3,00 [1,23;<br>5,40] | 3,30 [1,50;<br>6,30] |
| 2.3 | 0,50 [0,30;<br>0,90]          | 0,70 [0,30;<br>1,30]                | 0,50 [0,20;<br>1,70]            | 8,10 [3,50;<br>12,45] | 3,40 [1,60;<br>6,60] | 2,80 [1,10;<br>4,80] |
| 2.4 | 0,30 [0,10;<br>0,50]          | 0,90 [0,40;<br>1,48]                | 0,50 [0,20;<br>1,70]            | 6,20 [2,32;<br>11,20] | 3,20 [1,12;<br>5,40] | 3,75 [1,70;<br>6,38] |
| 2.5 | 0,20 [0,10;<br>0,50]          | 0,90 [0,40;<br>1,60]                | 0,50 [0,20;<br>1,60]            | 4,10 [2,00;<br>7,20]  | 3,10 [1,10;<br>5,40] | 3,30 [1,50;<br>5,40] |
| 2.6 | 0,20 [0,10;<br>0,60]          | 0,60 [0,30;<br>1,30]                | 0,40 [0,10;<br>1,40]            | 5,00 [1,80;<br>8,60]  | 2,30 [1,00;<br>4,50] | 2,00 [0,70;<br>4,10] |
| 2.7 | 0,30 [0,10;<br>0,70]          | 0,40 [0,10;<br>0,80]                | 0,50 [0,10;<br>1,70]            | 2,50 [0,50;<br>5,35]  | 1,60 [0,25;<br>3,85] | 1,70 [0,30;<br>4,20] |
| 4.7 | 0,20 [0,00;<br>0,50]          | 0,30 [0,00;<br>0,70]                | 0,15 [0,00;<br>0,80]            | 1,95 [0,20;<br>5,07]  | 1,35 [0,10;<br>4,38] | 1,00 [0,00;<br>2,90] |
| 4.6 | 0,30 [0,10;<br>0,50]          | 0,60 [0,20;<br>1,10]                | 0,10 [0,00;<br>0,50]            | 3,00 [0,90;<br>5,50]  | 2,00 [0,60;<br>3,50] | 1,70 [0,50;<br>3,30] |



Окончание табл. 3

| 1   | 2                    | 3                    | 4                    | 5                     | 6                    | 7                    |
|-----|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|
| 4.5 | 0,30 [0,10;<br>0,50] | 0,90 [0,40;<br>1,40] | 0,20 [0,10;<br>0,57] | 4,75 [2,23;<br>10,47] | 3,40 [1,70;<br>6,60] | 2,65 [1,20;<br>4,80] |
| 4.4 | 0,30 [0,18;<br>0,60] | 0,60 [0,20;<br>1,10] | 0,40 [0,20;<br>0,72] | 7,70 [3,18;<br>14,10] | 3,30 [1,40;<br>7,20] | 2,75 [1,50;<br>5,12] |
| 4.3 | 1,00 [0,50;<br>1,40] | 0,60 [0,30;<br>1,20] | 0,50 [0,20;<br>0,90] | 9,60 [5,20;<br>17,90] | 4,10 [1,40;<br>7,10] | 2,20 [1,00;<br>4,50] |
| 4.2 | 1,30 [0,70;<br>2,00] | 0,70 [0,30;<br>1,40] | 0,50 [0,20;<br>0,90] | 6,45 [3,08;<br>11,77] | 3,10 [1,20;<br>5,80] | 2,90 [1,38;<br>6,30] |
| 4.1 | 1,40 [0,70;<br>2,00] | 0,80 [0,40;<br>1,50] | 0,40 [0,20;<br>0,80] | 6,60 [2,35;<br>11,20] | 2,00 [0,90;<br>3,20] | 3,60 [1,40;<br>6,75] |
| 3.1 | 1,30 [0,70;<br>2,00] | 0,80 [0,30;<br>1,50] | 0,40 [0,20;<br>0,80] | 5,70 [2,90;<br>10,50] | 1,90 [0,80;<br>3,40] | 3,40 [1,70;<br>6,00] |
| 3.2 | 1,30 [0,70;<br>2,00] | 0,70 [0,30;<br>1,40] | 0,50 [0,20;<br>0,90] | 6,30 [2,60;<br>10,70] | 2,80 [1,40;<br>4,60] | 4,10 [1,40;<br>6,20] |
| 3.3 | 0,80 [0,40;<br>1,50] | 0,70 [0,30;<br>1,30] | 0,50 [0,20;<br>1,00] | 7,50 [3,30;<br>14,80] | 3,80 [1,80;<br>6,10] | 2,50 [1,00;<br>4,80] |
| 3.4 | 0,30 [0,10;<br>0,60] | 0,70 [0,30;<br>1,10] | 0,30 [0,10;<br>0,70] | 6,95 [2,38;<br>12,27] | 3,35 [1,50;<br>6,83] | 2,80 [1,20;<br>5,90] |
| 3.5 | 0,30 [0,10;<br>0,57] | 0,80 [0,40;<br>1,30] | 0,20 [0,10;<br>0,70] | 5,95 [2,82;<br>12,67] | 2,90 [0,85;<br>5,40] | 3,10 [1,20;<br>5,10] |
| 3.6 | 0,20 [0,10;<br>0,50] | 0,50 [0,20;<br>0,88] | 0,15 [0,00;<br>0,50] | 3,50 [1,23;<br>6,95]  | 1,50 [0,40;<br>3,10] | 1,65 [0,40;<br>3,48] |
| 3.7 | 0,20 [0,00;<br>0,40] | 0,30 [0,00;<br>0,70] | 0,20 [0,00;<br>1,10] | 2,25 [0,20;<br>7,53]  | 1,20 [0,10;<br>4,12] | 1,40 [0,10;<br>3,62] |

### Обсуждение

На основе систематического обзора научной литературы были отобраны рекомендации, направленные на улучшение и совершенствование ортодонтического лечения системой элайнеров (см. таб. 1). Одна из таких рекомендаций заключается в том, что необходим персональный подход к каждому пациенту, и, с другой стороны, в большинстве публикаций на данную тематику высказывалась мысль о ценности статистических данных об объемах перемещений/ротаций коронок и корней зубов при ортодонтическом лечении системой элайнеров. Мы реализовали эту потребность научной общественности. В таблицах 2 и 3 представлены результаты ретроспективного исследования 193 пациентов. Были оценены реальные перемещения/ротации коронок и зубов сразу после прохождения пациентами лечения. Тем самым предполагается, что успешное лечение данного конкретного пациента дает информацию о приемлемом положении зубов после лечения, по сути, была получена некая норма для данного конкретного пациента. С другой стороны, имелось исходное (патологическое) расположение зубов у пациента, которое определяло его дистальную окклюзию, обусловленную дистальным положением нижней челюсти. Именно разница между «нормальным» и «патологическим» положением зубов у пациента дает нам информацию о границах перемещений и ротаций зубов, которые необходимы для безопасного ортодонтического лечения. В нашем представлении улучшение и совершенствование ортодонтического лечения с помощью системы элайнеров будет заключаться в возможности сопоставить план лечения данного конкретного пациента с таблицами 2 и 3 на предмет перемещения или ротации за пределы третьего квартиля Q3. Превышение предела третьего квартиля Q3 будет сигнализировать лечащему врачу-ортодонт о том, что он должен обратить внимание на данное экстремальное перемещение/ротацию и по возможности скорректировать план лечения.



Из таблиц 2 и 3 мы можем получить дополнительную информацию о зубах, для которых были получены в результате ортодонтического лечения максимальные перемещения и ротации.

В таблице 4 представлен список наиболее значимых перемещений/ротаций корней зубов (имеется в виду максимальные значения медиан с интерквантильным размахом – Me [IQR]). Эти максимальные перемещения и ротации при лечении элайнерами могут дать представления о масштабах воздействия элайнеров на движения зубов.

Таблица 4

Table 4

Наиболее значимые перемещения/ротации корней/коронки зубов  
The most significant movements/rotations of the roots/crowns of teeth

| Зуб       | Тип перемещений/ротаций                     | Корень/Коронка | max (Me [IQR])     |
|-----------|---------------------------------------------|----------------|--------------------|
| 4.1       | Экструзия / интрузия, мм                    | Корень         | 1,40 [0,70; 2,00]  |
| 2.1       | Вестибулярное / лингвальное перемещение, мм | Корень         | 1,50 [0,50; 2,92]  |
| 2.3 и 4.3 | Мезиальное / дистальное перемещение, мм     | Корень         | 1,70 [0,70; 2,90]  |
| 4.3       | Ротация                                     | Корень         | 9,60 [5,20; 17,90] |
| 4.3       | Ангуляция                                   | Корень         | 4,10 [1,40; 7,10]  |
| 1.2       | Ангуляция                                   | Корень         | 4,30 [1,90; 7,10]  |
| 4.1       | Экструзия / интрузия, мм                    | Коронка        | 1,40 [0,70; 2,00]  |
| 4.1       | Вестибулярное / лингвальное перемещение, мм | Коронка        | 1,00 [0,50; 1,60]  |
| 1.3 и 1.4 | Мезиальное / дистальное перемещение, мм     | Коронка        | 0,60 [0,30; 1,40]  |
| 4.3       | Ротация, °                                  | Коронка        | 9,60 [5,20; 17,90] |
| 4.3       | Ангуляция, °                                | Коронка        | 4,10 [1,40; 7,10]  |
| 1.2       | Инклинация, °                               | Коронка        | 4,30 [1,90; 7,10]  |

### Выводы

В завершение изложения материала можно сделать следующие выводы.

1. Ортодонтическое лечение пациентов с дистальной окклюзией при помощи системы элайнеров имеет свои ограничения и требует улучшения качества лечения.

2. Одним из подходов к улучшению ортодонтического лечения с помощью элайнеров является сопоставление планируемого перемещения и ротации зубов с популяционными данными реальных перемещений и ротаций. Выход за предел третьего квартиля того или иного параметра говорит о возможных рисках, связанных с избыточным движением зуба.

3. Существуют общие для всех врачей-ортодонтов рекомендации, приводящие к улучшению качества лечения элайнерами. К основным рекомендациям можно отнести необходимость индивидуального подхода к каждому пациенту и мотивацию пациентов к выполнению всех рекомендаций лечащего врача.

### Благодарности

Авторы благодарят доктора медицинских наук, проф. Польму Л.В. за ценные замечания.

### Список литературы

- Ипполитов Ю.А., Фоломеева Д.М., Чан Ч.Ч., Махмуди А.А., Солейман М.А. 2022. Планирование ортодонтического лечения дистальной окклюзии с использованием несъемной аппаратуры у пациентов с заболеваниями тканей пародонта. Прикладные информационные аспекты медицины. 25(1): 43–50.
- Arponen H., Suominen A., Svedström-Oristo A.L. 2022. Longitudinal Analysis of the Quality of Orthodontic Treatment Outcome and Stability of Occlusal Traits. Acta Odontologica Scandinavica. 80(3): 234–240. doi: 10.1080/00016357.2021.2005137



- Cardoso P.C., Espinosa D.G., Mecnas P., Flores-Mir C., Normando D. 2020. Pain Level Between Clear Aligners and Fixed Appliances: A Systematic Review. *Progress in Orthodontics*. 21: 1–17. doi: 10.1186/s40510-019-0303-z
- Hagg U., McGrath C., Zhang M. 2007. Quality of Life and Orthodontic Treatment Need Related to Occlusal Indices. *Hong Kong Medical Diary*. 12(10): 8–11.
- Inchingolo A.D., Patano A., Coloccia G., Ceci S., Inchingolo A.M., Marinelli G., ... & Inchingolo F. 2022. The Efficacy of a New AMCOP® Elastodontic Protocol for Orthodontic Interceptive Treatment: A Case Series and Literature Overview. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 19(2): 988. doi: 10.3390/ijerph19020988
- Kassam S.K., Stoops F.R. 2020. Are Clear Aligners as Effective as Conventional Fixed Appliances? Evidence-Based Dentistry. 21(1): 30–31. doi: 10.1038/s41432-020-0079-5
- Maspero C., Farronato D., Giannini L., Farronato G. 2010. Orthodontic Treatment in Elderly Patients. *Progress in Orthodontics*. 11(1): 62–75. doi: 10.1016/j.pio.2010.04.008
- Oikonomou E., Foros P., Tagkli A., Rahiotis C., Eliades T., Koletsi D. 2021. Impact of Aligners and Fixed Appliances on Oral Health During Orthodontic Treatment: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Oral Health & Preventive Dentistry*. 19(1): 659–672. doi: 10.5167/uzh-216294
- Papageorgiou S.N., Koletsi D., Iliadi A., Peltomaki T., Eliades T. 2020. Treatment Outcome with Orthodontic Aligners and Fixed Appliances: A Systematic Review with Meta-Analyses. *European Journal of Orthodontics*. 42(3): 331–343. doi: 10.1093/ejo/cjz094
- Pithon M.M., Baião F.C.S., Sant' Anna L.I.D.D.A., Paranhos L.R., Cople Maia L. 2019. Assessment of the Effectiveness of Invisible Aligners Compared with Conventional Appliance in Aesthetic and Functional Orthodontic Treatment: A Systematic Review. *Journal of Investigative and Clinical Dentistry*. 10(4): e12455. doi: 10.1111/jicd.12455
- Ren L., Liu L., Wu Z., Shan D., Pu L., Gao Y., ... & Lai W. 2022. The Predictability of Orthodontic Tooth Movements Through Clear Aligner Among First-Premolar Extraction Patients: A Multivariate Analysis. *Progress in Orthodontics*. 23(1): 52. doi: 10.1186/s40510-022-00447-y
- Stefanovic N.L., Uhac M., Brumini M., Zigante M., Perkovic V., & Spalj S. 2021. Predictors of Patient Compliance During Class II Division 1 Malocclusion Functional Orthodontic Treatment. *The Angle Orthodontist*, 91(4): 502–508. doi: 10.2319/090820-780.1
- Timm L.H., Farrag G., Baxmann M., & Schwendicke F. 2021. Factors Influencing Patient Compliance During Clear Aligner Therapy: A Retrospective Cohort Study. *Journal of Clinical Medicine*. 10(14): 3103. doi: 10.3390/jcm10143103
- Zheng M., Liu R., Ni Z., & Yu Z. 2017. Efficiency, Effectiveness and Treatment Stability of Clear Aligners: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Orthodontics & Craniofacial Research*. 20(3): 127–133. doi: 10.1111/ocr.12177

## References

- Ippolitov Ju.A., Folomeeva D.M., Chan Ch.Ch., Mahmudi A.A., Solejman M.A. 2022. Planning of Orthodontic Treatment of Distal Occlusion Using Non-Removable Equipment in Patients with Periodontal Tissue Diseases. *Applied Information Aspects of Medicine*, 25(1): 43–50 (in Russian).
- Arponen H., Suominen A., Svedström-Oristo A.L. 2022. Longitudinal Analysis of the Quality of Orthodontic Treatment Outcome and Stability of Occlusal Traits. *Acta Odontologica Scandinavica*. 80(3): 234–240. doi: 10.1080/00016357.2021.2005137
- Cardoso P.C., Espinosa D.G., Mecnas P., Flores-Mir C., Normando D. 2020. Pain Level Between Clear Aligners and Fixed Appliances: A Systematic Review. *Progress in Orthodontics*. 21: 1–17. doi: 10.1186/s40510-019-0303-z
- Hagg U., McGrath C., Zhang M. 2007. Quality of Life and Orthodontic Treatment Need Related to Occlusal Indices. *Hong Kong Medical Diary*. 12(10): 8–11.
- Inchingolo A.D., Patano A., Coloccia G., Ceci S., Inchingolo A.M., Marinelli G., ... & Inchingolo F. 2022. The Efficacy of a New AMCOP® Elastodontic Protocol for Orthodontic Interceptive Treatment: A Case Series and Literature Overview. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 19(2): 988. doi: 10.3390/ijerph19020988
- Kassam S.K., Stoops F.R. 2020. Are Clear Aligners as Effective as Conventional Fixed Appliances? Evidence-Based Dentistry. 21(1): 30–31. doi: 10.1038/s41432-020-0079-5

- Maspero C., Farronato D., Giannini L., Farronato G. 2010. Orthodontic Treatment in Elderly Patients. *Progress in Orthodontics*. 11(1): 62–75. doi: 10.1016/j.pio.2010.04.008
- Oikonomou E., Foros P., Tagkli A., Rahiotis C., Eliades T., Koletsi D. 2021. Impact of Aligners and Fixed Appliances on Oral Health During Orthodontic Treatment: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Oral Health & Preventive Dentistry*. 19(1): 659–672. doi: 10.5167/uzh-216294
- Papageorgiou S.N., Koletsi D., Iliadi A., Peltomaki T., Eliades T. 2020. Treatment Outcome with Orthodontic Aligners and Fixed Appliances: A Systematic Review with Meta-Analyses. *European Journal of Orthodontics*. 42(3): 331–343. doi: 10.1093/ejo/cjz094
- Pithon M.M., Baião F.C.S., Sant' Anna L.I.D.D.A., Paranhos L.R., Cople Maia L. 2019. Assessment of the Effectiveness of Invisible Aligners Compared with Conventional Appliance in Aesthetic and Functional Orthodontic Treatment: A Systematic Review. *Journal of Investigative and Clinical Dentistry*. 10(4): e12455. doi: 10.1111/jicd.12455
- Ren L., Liu L., Wu Z., Shan D., Pu L., Gao Y., ... & Lai W. 2022. The Predictability of Orthodontic Tooth Movements Through Clear Aligner Among First-Premolar Extraction Patients: A Multivariate Analysis. *Progress in Orthodontics*. 23(1): 52. doi: 10.1186/s40510-022-00447-y
- Stefanovic N.L., Uhac M., Brumini M., Zigante M., Perkovic V., & Spalj S. 2021. Predictors of Patient Compliance During Class II Division 1 Malocclusion Functional Orthodontic Treatment. *The Angle Orthodontist*, 91(4): 502–508. doi: 10.2319/090820-780.1
- Timm L.H., Farrag G., Baxmann M., & Schwendicke F. 2021. Factors Influencing Patient Compliance During Clear Aligner Therapy: A Retrospective Cohort Study. *Journal of Clinical Medicine*. 10(14): 3103. doi: 10.3390/jcm10143103
- Zheng M., Liu R., Ni Z., & Yu Z. 2017. Efficiency, Effectiveness and Treatment Stability of Clear Aligners: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Orthodontics & Craniofacial Research*. 20(3): 127–133. doi: 10.1111/ocr.12177

**Конфликт интересов:** о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

**Conflict of interest:** no potential conflict of interest related to this article was reported.

Поступила в редакцию 03.07.2024

Поступила после рецензирования 29.07.2024

Принята к публикации 20.08.2024

Received July 03, 2024

Revised July 29, 2024

Accepted August 20, 2024

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Русак Жаклин Ильинична**, аспирант стоматологического факультета кафедры ортодонтии, Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова, Москва, Россия

 [ORCID:0009-0004-8808-3353](https://orcid.org/0009-0004-8808-3353)

**Артамонов Антон Анатольевич**, старший научный сотрудник, Институт медико-биологических проблем РАН, Москва, Россия

 [ORCID:0000-0002-7543-9611](https://orcid.org/0000-0002-7543-9611)

## INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Jaklin I. Rusak**, Postgraduate Student at the Faculty of Dentistry, Department of Orthodontics, A.I. Evdokimov Moscow State Medical and Dental University, Moscow, Russia

**Anton A. Artamonov**, Senior Researcher, Institute of Biomedical Problems of the Russian Academy of Science, Moscow, Russia



# ХИРУРГИЯ SURGERY

УДК 616.379-008.64

DOI 10.52575/2687-0940-2024-47-3-358-370

Оригинальное исследование

## Причины задержки в оказании своевременной медицинской помощи пациентам с синдромом диабетической стопы

Паршутина А.А. , Пархисенко Ю.А. , Булынин В.В.

Воронежский Государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко,

Россия, 394036, г. Воронеж, ул. Студенческая, д. 10

E-mail: [alexandra-parshutina@yandex.ru](mailto:alexandra-parshutina@yandex.ru)

**Аннотация.** Сахарный диабет (СД) и его осложнения, такие как синдром диабетической стопы (СДС), приводят к огромным временным и финансовым затратам на лечение. Образование хронических ран вынуждает пациентов обращаться к хирургу. Чтобы оценить, как пациенты реагируют на признаки СДС, и выявить факторы задержки лечения, 30 пациентам мужского пола с СДС было предложено заполнить анкету с вопросами о его заболеваниях, перенесенных операциях, лечении и др. Были собраны данные о проявлениях СД, уровне глюкозы в крови. Все данные были систематизированы, проанализированы. Средний возраст составил  $59,43 \pm 1,75$  лет. СД длился в среднем  $10,13 \pm 0,67$  лет, средний уровень глюкозы –  $7,15 \pm 0,23$  ммоль/л. Приверженность к медикаментозному лечению была 93,33 %, к регулярным медицинским осмотрам – 50 %. Хронические раны стопы имели полигенные факторы развития, такие как артериальная или венозная недостаточность, травмы и др. При опросе пациентов выявлены факторы несвоевременного обращения к врачу с СДС. Сочетание ряда факторов приводит к задержкам в оказании медицинской помощи при СДС. Выявление факторов пациентом и врачом и их устранение может помочь снизить частоту осложнений и ампутаций, а также затраты на лечение.

**Ключевые слова:** синдром диабетической стопы, диабет, факторы риска

**Для цитирования:** Паршутина А.А., Пархисенко Ю.А., Булынин В.В. 2024. Причины задержки в оказании своевременной медицинской помощи пациентам с синдромом диабетической стопы. *Актуальные проблемы медицины*, 47(3): 358–370. DOI: 10.52575/2687-0940-2024-47-3-358-370

**Финансирование:** работа выполнена без внешних источников финансирования

## Delay Reasons in Providing Timely Care to Patients with Diabetic Foot Syndrome

Aleksandra A. Parshutina , Yuri A. Parkhisenko , Viktor V. Bulynin

N.N. Burdenko Voronezh State Medical University,

10 Studencheskaya St., Voronezh 394036, Russia

E-mail: [alexandra-parshutina@yandex.ru](mailto:alexandra-parshutina@yandex.ru)

**Abstract.** Nowadays diabetes mellitus (DM) and its complications become a global burden, leading to enormous costs of treatment and time expenditures on diagnostics and healing. The most common symptom of DM progression is diabetic foot syndrome (DFS) and formation of chronic wounds, forcing

patients to attend a surgeon. To evaluate how patients respond to early signs of foot problems and discover leading delay factors of initial treatment a special questionnaire was used in the research. A survey of patients with DFS was conducted at the outpatient clinic. Each male patient with DM and DFS was offered to fill up a form with consecutive questions of his/her present health, chronic diseases, undergone surgeries and others. The data on DM presentation, blood glucose level, medical treatment and frequency of health examination was also collected. All data was analysed and systematized. We interviewed 30 male patients. The mean age was  $59,43 \pm 1,75$  years. Almost all patients had concomitant cardiovascular disease, such as hypertension – 96,67 % or ischemic cardiac disease – 63,33 %. Incidence rate of chronic renal disease was 46,67 %. Mean DM duration was  $10,13 \pm 0,67$  years (range 3–17), mean glucose level –  $7,15 \pm 0,23$  mmol/l (range 6,1 – 12,3). Compliance to medical treatment was high – 93,33 % (28 of 30), though adherence to regular medical check-up was lower than expected – 50 %. Mostly, chronic foot wounds have polygenic development factors, such as arterial or venous insufficiency, trauma or others. Factors of late presentation in patients with DFS were: 1) ignorance of the disease; 2) misinterpretation of symptoms; 3) "unexpected" progression of DM; 4) priority living circumstances; 5) patient's choice of observation tactics; 6) refusal of doctor's help; 7) distance to medical organizations and different combinations of described factors. Combination of factors can lead to delays in initial DFS medical care. The identification of factors on the part of the patient and on the part of the medical care system and their elimination can help reduce complications and amputation rate as well as treatment costs.

**Keywords:** diabetic foot syndrome, diabetes, risk factors

**For citation:** Parshutina A.A., Parkhisenko Y.A., Bulynin V.V. 2024. Delay Reasons in Providing Timely Care to Patients with Diabetic Foot Syndrome. *Challenges in Modern Medicine*, 47(3): 358–370 (in Russian). DOI: 10.52575/2687-0940-2024-47-3-358-370

**Funding:** The work was carried out without external sources of funding.

---

## Введение

Сахарный диабет (СД) представляет собой совокупность метаболических и патофизиологических нарушений, проявляющихся высоким уровнем глюкозы в крови из-за неспособности  $\beta$ -клеток поджелудочной железы секретировать достаточное количество инсулина или нечувствительности инсулина к рецепторам для окисления глюкозы в крови. [Mariadoss et al., 2022]. Проблема лечения осложнений сахарного диабета продолжает оставаться актуальной в современной медицине, в том числе в диабетологии. По данным Всемирной Организации Здравоохранения, количество пациентов с диагностированным сахарным диабетом составляет в настоящее время около 160 млн человек, а к 2025 г. прогнозируется удвоение количества пациентов с этим диагнозом. Россия входит в пятерку стран-лидеров по темпам роста и распространенности СД, ежегодный прирост составляет 6,2 %. [Михайлов и др., 2019].

Одним из осложнений сахарного диабета является синдром «диабетической стопы». При данном осложнении наблюдается комплекс анатомо-функциональных изменений, приводящих к развитию ишемии (гипоксии) тканей, сопровождающихся повышенной травматизацией и инфицированием мягких тканей стопы. Следует отметить, что такие осложнения приводят к ранней инвалидизации пациентов вплоть до ампутации стопы и летального исхода [Трофимов и др., 2020].

Повсеместно сахарный диабет сопровождается увеличением ранней инвалидизации и преждевременной смертности, которые обусловлены осложнениями этого заболевания у лиц трудоспособного возраста [Ботвинева и др., 2022; Wang et al., 2021]. Ампутации нижних конечностей являются одним из наиболее неблагоприятных осложнений сахарного диабета и синдрома диабетической стопы в частности [Kairys et al., 2023]. На рис. 1 показаны органы-мишени – осложнения сахарного диабета.

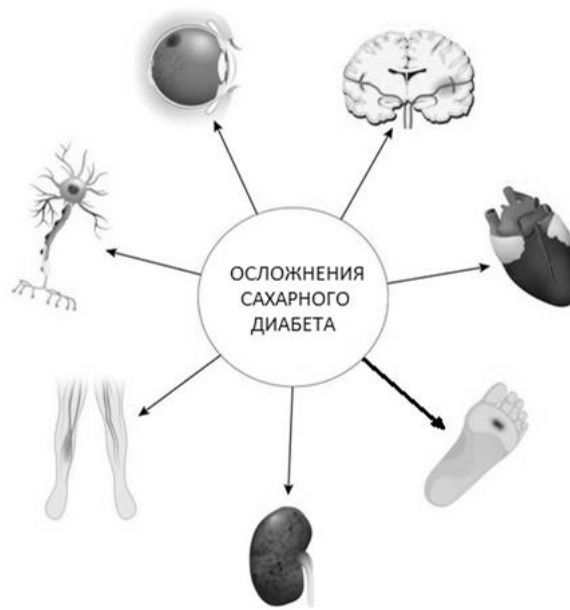


Рис. 1. Осложнения сахарного диабета  
Fig. 1. Complications of diabetes mellitus

Среди всех осложнений сахарного диабета различные поражения стоп встречаются у 25–80 % больных, а у 15 % развиваются язвенно-некротические формы, часто приводящие к ампутациям [Аралова, Алимкина, 2023]. По мнению исследователей, из всех пациентов, страдающих сахарным диабетом, язвенное поражение стоп развивается у 10–25 % пациентов. Из них примерно в 5 % случаев потребуются ампутация [Margolis et al., 2011]. По оценкам Международной диабетической федерации, для больных диабетом риск развития язвы стопы составляет 25 % [Грэнберг и др., 2019]. Наиболее распространенным осложнением является ампутация пальца на руке или ногах [Spoden et al., 2019]. Следует отметить, что эти пациенты подвержены высокому риску повторной ампутации из-за сохранения или обострения заболевания [Littman et al., 2020]. Ежегодно язвой диабетической стопы страдают примерно 18,6 миллиона человек во всем мире [Armstrong et al., 2023].

Считается, что регулярное наблюдение со стороны медицинского работника и самого пациента может предотвратить возникновение диабетической стопы и последующие ампутации [Reiber, Raugi, 2005]. Следует отметить, что пациент должен обратиться за медицинской помощью сразу же после выявления проблемы. Вероятность заживления небольшой раны на начальной стадии при полном хирургическом лечении значительно выше [Bender et al., 2020]. Чем больше времени проходит с момента образования раны или язвенного дефекта (или увеличения его размеров), тем выше вероятность инфицирования и ампутации в будущем.

Требуется ранняя диагностика и своевременное лечение инфекции мягких тканей. [Bolton, 2022]. Имеющиеся данные о пациентах, перенесших ампутации, свидетельствуют о том, что задержки в оказании медицинской помощи были обычным явлением среди них [Gale et al., 2008]. Чаще всего упоминались следующие причины задержек: неправильная интерпретация предвестников и недооценка тяжести повреждения кожи [Gale et al., 2008].

**Цель исследования** – выявление причин задержки оказания медицинской помощи пациентам с СДС, формулирование критериев для пациентов с целью своевременного обращения пациентов за медицинской помощью для уменьшения частоты осложнений и ампутаций нижних конечностей при СДС.

## Материалы и методы

Пациенты с синдромом диабетической стопы были обследованы амбулаторно. Тридцати пациентам мужского пола, страдающим сахарным диабетом с синдромом диабетической стопы, которые обратились за оказанием медицинской помощи несвоевременно, уже с осложненным течением раневого процесса, было предложено заполнить анкету с последовательными вопросами об их текущем состоянии здоровья, хронических заболеваниях, перенесенных операциях и др. Также были собраны данные о проявлениях сахарного диабета, уровне глюкозы в крови, лечении и частоте медицинских осмотров. Кроме того, мы собрали информацию о возрасте, уровне образования и годах, прошедших с момента постановки диагноза. Все данные были систематизированы и проанализированы.

Для статистической обработки данных применяли программу IBM SPSS Statistics Версия 27.0.1.0, Microsoft Excel версия 14.0.7268.5000. Уровень значимости менее 0,05. Данные представлены в виде таблиц, диаграмм. Рассчитывались среднее значение, ошибка среднего, медиана, мода, минимум, максимум. Проводился корреляционный анализ с использованием таблицы критических значений коэффициента корреляции Пирсона, проводился регрессионный анализ.

Анкета-опросник была составлена авторами и выглядела следующим образом – см. рисунок 2.

|                                       |        |
|---------------------------------------|--------|
| Беспокоят ли Вас боли в области стоп? | да нет |
|---------------------------------------|--------|

**Шкала оценки интенсивности боли**

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Нет боли Слабая боль Умеренная боль Сильная боль Очень сильная боль Нестерпимая боль

0 1-3 4-6 7-9 10

|                                                                       |        |
|-----------------------------------------------------------------------|--------|
| Беспокоят ли Вас боли при движении?                                   | да нет |
| Беспокоят ли Вас боли в покое?                                        | да нет |
| Беспокоят ли Вас боли ночью?                                          | да нет |
| Есть ли нарушение опорной функции?                                    | да нет |
| Беспокоят ли Вас боли онемение?                                       | да нет |
| Беспокоят ли Вас боли зябкость стоп?                                  | да нет |
| Беспокоят ли Вас боли утомляемость при стоянии?                       | да нет |
| Беспокоят ли Вас боли отеки стоп?                                     | да нет |
| Беспокоят ли Вас боли затруднения при ходьбе?                         | да нет |
| Сколько метров можете пройти без остановки?                           |        |
| Беспокоит ли Вас деформация стоп?                                     | да нет |
| Уровень глюкозы в крови натощак – среднее значение за последний месяц |        |

|                                                                                          |                                                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| Атеросклероз артерий нижних конечностей                                                  | да нет                                                     |
| Варикозная болезнь нижних конечностей                                                    | да нет                                                     |
| Травмы, ожоги в анамнезе                                                                 | да нет                                                     |
| Гнойные процессы н/к в анамнезе (абсцессы, флегмоны)                                     | да нет                                                     |
| Кожные заболевания                                                                       | да нет                                                     |
| Когда впервые был выявлен СД?                                                            |                                                            |
| Когда был выявлен синдром диабетической стопы?                                           |                                                            |
| Назначалась ли ранее терапия для лечения СДС?                                            | да нет<br>Какая?                                           |
| Были ли эпизоды излечения язв?                                                           | да нет<br>Когда?                                           |
| Если язва была в анамнезе, укажите ее размеры, сроки заживления и применяющуюся терапию. | Укажите размер, сроки заживления, применяющиеся препараты. |
| Применялась ли антибактериальная терапия?                                                |                                                            |
| Применялись ли препараты для трофики тканей?                                             |                                                            |
| Были ли операции на нижних конечностях?                                                  | да нет                                                     |
| Количество оперативных вмешательств на нижних конечностях?                               |                                                            |
| Если были, укажите, какие.                                                               |                                                            |
| Лекарственные препараты для постоянного приема и дозировки.                              |                                                            |
| Аллергические реакции на препараты.                                                      |                                                            |
| Курение                                                                                  | да нет                                                     |
| Частота медицинских осмотров                                                             |                                                            |
| Уровень образования (высшее/ ср профес/ ср школ)                                         |                                                            |

Рис. 2. Анкета-опросник

Fig. 2. Questionnaire

## Результаты

Мы опросили 30 пациентов мужского пола. Результаты опроса были оформлены в виде таблицы. Основные показатели, требующие внимания, представлены в таблице 1.



Таблица 1  
Table 1

Результаты анкетирования, опроса и сбора анамнеза пациентов  
The results of the questionnaire, survey and collection of patient history

| Показатель             | Возраст<br>(лет) | Страдает<br>СД<br>(лет) | Глюкоза<br>(ммоль/л) | Интенсивность боли<br>по ВАШ<br>(в баллах от 1 до 10) |
|------------------------|------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------------------------------------|
| Среднее                | 59,43            | 10,13                   | 7,15                 | 4,77                                                  |
| Стандартная ошибка     | 1,75             | 0,67                    | 0,23                 | 0,26                                                  |
| Медиана                | 59,5             | 10                      | 6,89                 | 5                                                     |
| Мода                   | 52               | 11                      | 7,2                  | 4                                                     |
| Стандартное отклонение | 9,58             | 3,65                    | 1,24                 | 1,41                                                  |
| Минимум                | 91,77            | 13,29                   | 1,54                 | 1,98                                                  |
| Максимум               | 0,24             | -0,72                   | 9,89                 | -0,91                                                 |

Средний возраст составил  $59,43 \pm 1,75$  лет (40–82 года). 30 % (9 человек) имели среднее профессиональное образование, 6,67 % (2 человека) – среднее школьное образование, остальные – 63,33 % (19 человек) – имели одно или несколько высших образований. Почти у всех обследованных пациентов имелись сопутствующие сердечно-сосудистые заболевания, такие как артериальная гипертензия – 96,67 % (29 из 30) или ишемическая болезнь сердца – 63,33 % (19 из 30). Частота хронических заболеваний почек составила 46,67 % (14 из 30).

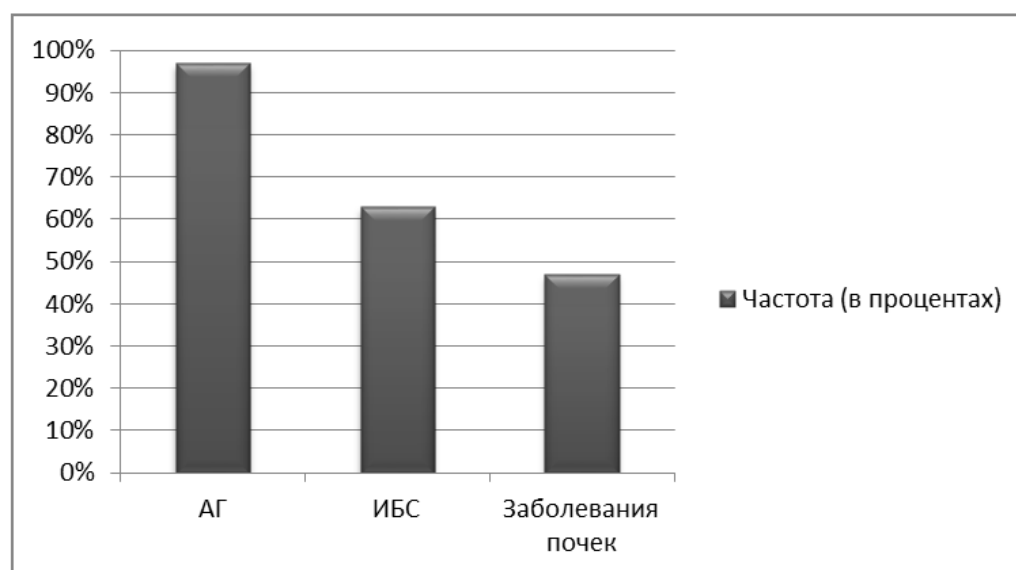


Рис. 3. Частота сопутствующих заболеваний у опрошенных пациентов  
Fig. 3. The frequency of concomitant diseases in the surveyed patients

Средняя продолжительность сахарного диабета с момента постановки диагноза составила  $10,13 \pm 0,67$  лет (диапазон 3–17), средний уровень глюкозы составил  $7,15 \pm 0,23$  ммоль/л (диапазон 6,1–12,3). Приверженность лечению была высокой – 93,33 % (28 из 30), хотя приверженность регулярному медицинскому осмотру была ниже, чем ожидалось, – всего 50 % (15 из 30). В большинстве случаев – 96,67 % – хроническим ранам с синдромом диабетической стопы предшествовали несколько факторов, таких как артериальная или венозная недостаточность, травма или другие (29 из 30). В рамках сбора анамнеза было отмечено, что факторами задержек в оказании медицинской помощи были:



- 1) незнание того, что «что-то не так»;
- 2) неправильная интерпретация симптомов;
- 3) «неожиданное» прогрессирование сахарного диабета;
- 4) приоритетные жизненные обстоятельства;
- 5) выбор пациентом тактики наблюдения, а не лечения;
- 6) отказ от помощи, предложенной врачом;
- 7) удаленность от медицинского учреждения и различные комбинации описанных факторов.

В ходе опроса выборки пациентов мужского пола с синдромом диабетической стопы на приеме у хирурга было выявлено, что пациенты не замечали симптомов травмы, не идентифицировали симптомы как признак формирования СДС, и существовали препятствия для своевременного обращения за медицинской помощью. Многие пациенты полагали, что рана появилась внезапно, возможно, отчасти потому, что ранние признаки не были очевидны для пациента – 43,33 % (13 из 30). Задержка в оказании помощи также происходила из-за выжидательной тактики вместо предложенного лечения, хотя пациент обратился за медицинской помощью ранее, а также из-за того, что он не смог добраться до медицинского учреждения вследствие пребывания за городом, в отъезде.

Многие пациенты, как было выявлено в рамках опроса, не понимали признаков образования язвы диабетической стопы, а также тяжести их симптомов.

Опрос и беседа с пациентами показали, что пациенты имели ограниченное представление о взаимосвязи между диабетом, контролем гликемии и осложнением диабета, таким как СДС, или о том, как быстро заболевание может прогрессировать.

Наличие высшего образования не было гарантией объективного понимания ситуации с точки зрения состояния нижних конечностей и стоп в частности. Из 30 пациентов, которые обратились за помощью позже, чем это было необходимо для более благоприятного прогноза, 19 имели одно или несколько высших образований. Некоторые пациенты ссылались на более приоритетные задачи, которые вынуждали их игнорировать ранние признаки проблем с ногами и откладывать обращение за помощью – 13,33 % (4 из 30). У некоторых были другие проблемы со здоровьем, такие как заболевания сердечно-сосудистой системы, которые казались более серьезными, чем раны на ногах – 23,33 % (7 из 30). Вера в самолечение также повлияла на задержку в оказании квалифицированной медицинской помощи. Альтернативные издержки – время/усилия/финансы, затрачиваемые на обращение в медицинскую организацию, – также приводили к задержке оказания медицинской помощи.

### Обсуждение

При сборе данных от пациентов мужского пола в возрасте от 40 до 82 лет были выявлены различные причины задержки в оказании медицинской помощи. Ряд пациентов из-за резкого снижения или отсутствия чувствительности в области стопы не замечали факта травмы или симптомов ранения. Другие не считали раны признаком заболевания, не идентифицировали факт наличия раны как проблему, требующую медицинской помощи. Некоторые пациенты упоминали о проблемах, которые мешали им оперативно обратиться в медицинское учреждение. Были пациенты, которые объясняли задержку с посещением врача надеждой на выздоровление без вмешательства медицинского персонала. К сожалению, были случаи, когда задержка происходила после обращения за медицинской помощью. Услышав от врача информацию о том, что на данный момент критической ситуации не было, пациент самостоятельно пришел к выводу, что нет необходимости в тщательном медицинском наблюдении, что привело к непониманию, что существует необходимость регулярного посещения поликлиники. Большинство пациентов не осознавали тяжести своих симптомов и не замечали признаков язвенных поражений на стопе. Зарубежные исследователи также отметили аналогичные данные в своих исследованиях [Gale et al., 2008]. Другие

исследования зарубежных авторов у пациентов с сахарным диабетом с предшествующими ампутациями [Barg et al., 2017] и без них показали, что пациенты имели ограниченное представление о существующей взаимосвязи между сахарным диабетом, уровнем глюкозы в крови и СДС, а также скоростью прогрессирования симптомов [Gale et al., 2008]. Некоторые пациенты были вынуждены отложить обращение к врачу из-за существующих социальных и бытовых проблем, другие – из-за более важных (по мнению пациентов) проблем со здоровьем, таких как сердечно-сосудистые заболевания и так далее. Некоторым мешали повседневные проблемы, а именно необходимость в помощи, уходе за больным родственником и другие. Некоторые пациенты говорили о своей надежде на то, что симптомы исчезнут с помощью самолечения на дому, ссылаясь на свой предыдущий опыт.

Результаты нашего исследования позволят сократить задержки в оказании медицинской помощи и, как следствие, снизить риск осложнений, таких как ампутации нижних конечностей.

Мы считаем необходимым определить способы, с помощью которых пациенты могли бы понять, что их ситуация требует обращения за медицинской помощью.

В целом основная проблема заключается в том, что раны у пациентов с СДС оставались незамеченными в течение длительного периода времени или были недостаточно обработаны. Некоторые пациенты не хотели или не могли получить своевременную помощь, другие не считали это необходимым – все это факторы, приводящие к повышенному риску ампутации.

В рамках нашей работы нами были сформированы и сформулированы формализованные критерии – 21 показатель, шкала оценки была унифицирована – от 1 до 3 баллов. Данная шкала позволяет произвести оценку состояния самим пациентом или врачом. Сумма баллов, полученная при расчетах, служит показателем тяжести состояния пациента с синдромом диабетической стопы, а также поможет пациенту более объективно оценить степень и характер происходящих изменений. Шкала окажет помощь при маршрутизации пациента.

Разработанная нами шкала используется при обследовании пациентов, включенных в группы исследования. В настоящее время данная шкала существует в виде google-формы и доступна для заполнения как врачу, так и самому пациенту. Ссылка на google-форму: [https://docs.google.com/forms/d/1hRCU7YceWBy8AOokyibIpw3U4z53mPhcKOrVNcd\\_IE/](https://docs.google.com/forms/d/1hRCU7YceWBy8AOokyibIpw3U4z53mPhcKOrVNcd_IE/)

На рисунке 4 – некоторые вопросы.

Рис. 4. Google-форма – шкала для оценки состояния пациента и стопы при СДС

Fig. 4. Google-form – a scale for assessing the condition of the patient and the foot in diabetic foot syndrome

Некоторые из критериев представлены в таблице 2 – см. таблицу.

Таблица 2

Table 2

Формализованные критерии оценки прогноза  
Formalized criteria for evaluating the forecast

| Формализованные критерии                                                                                                                                                      |                 |                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------------|
| 1 балл                                                                                                                                                                        | 2 балла         | 3 балла            |
| Площадь раны (в см <sup>2</sup> )                                                                                                                                             |                 |                    |
| $S \leq 2$                                                                                                                                                                    | $2 < S \leq 4$  | $S > 4$            |
| Глубина раны (в мм)                                                                                                                                                           |                 |                    |
| Менее 3                                                                                                                                                                       | 3–5             | Более 5            |
| Количество экссудата (для удобства измерений количество экссудата определяется количеством стерильных марлевых салфеток 16×14 см, необходимых для эвакуации отделяемого раны) |                 |                    |
| До 1                                                                                                                                                                          | 2–3             | Более 3            |
| Характер экссудата                                                                                                                                                            |                 |                    |
| Серозный                                                                                                                                                                      | Серозно-гнойный | Гнойно-фибринозный |
| Цвет гиперемии вокруг раны                                                                                                                                                    |                 |                    |
|                                                                                              |                 |                    |
| Ширина области гиперемии вокруг раны (в мм)                                                                                                                                   |                 |                    |
| Менее 5                                                                                                                                                                       | 6–10            | Более 10           |

Максимальное суммарное количество баллов, полученное при суммировании данных по 21 критерию оценки, – 63 балла. Минимальное количество баллов – 21. Данная таблица – анкета-опросник для врачей и пациентов – позволяет пациенту объективно оценить ситуацию, пациент сможет вовремя посетить врача с целью назначения лечения, а врачу помогает в формировании тактики лечения.

В рамках корреляционного анализа была обнаружена прямая зависимость между формализованными критериями и длительностью лечения, а также между формализованными критериями и исходом лечения – выздоровление или необходимость оперативного вмешательства – см. таблицу 3.

Таблица 3

Table 3

Корреляционный анализ  
Correlation analysis

|                                           | Длительность лечения (недели) | Исход лечения | Площадь раны (см <sup>2</sup> ) | Глубина раны (см) | Количество экссудата | Характер экссудата | Цвет гиперемии вокруг раны | Ширина области гиперемии вокруг раны (мм) |
|-------------------------------------------|-------------------------------|---------------|---------------------------------|-------------------|----------------------|--------------------|----------------------------|-------------------------------------------|
| Длительность лечения (недели)             | 1                             | *             | *                               | *                 | *                    | *                  | *                          | *                                         |
| Исход лечения                             | *                             | 1             | *                               | *                 | *                    | *                  | *                          | *                                         |
| Площадь раны (см <sup>2</sup> )           | 0,5                           | *             | 1                               | *                 | *                    | *                  | *                          | *                                         |
| Глубина раны (см)                         | 0,43                          | 0,37          | 0,62                            | 1                 | *                    | *                  | *                          | *                                         |
| Количество экссудата                      | 0,61                          | 0,36          | 0,72                            | 0,76              | 1                    | *                  | *                          | *                                         |
| Характер экссудата                        | *                             | 0,52          | 0,47                            | 0,45              | 0,49                 | 1                  | *                          | *                                         |
| Цвет гиперемии вокруг раны                | *                             | 0,61          | 0,59                            | 0,49              | 0,58                 | 0,68               | 1                          | *                                         |
| Ширина области гиперемии вокруг раны (мм) | 0,4                           | 0,45          | 0,6                             | 0,7               | 0,71                 | 0,66               | 0,67                       | 1                                         |



Для оценки наличия причинно-следственных связей, а также уточнения возможности прогнозирования длительности и исхода лечения, опираясь на формализованные критерии, был проведен регрессионный анализ.

В качестве примера представим данные по первым шести показателям – критериям, охарактеризованным выше.

В качестве независимых переменных выбраны следующие характеристики:

$X_1$  – площадь раны (в  $\text{см}^2$ );

$X_2$  – глубина раны (в см);

$X_3$  – количество экссудата;

$X_4$  – характер экссудата;

$X_5$  – цвет гиперемии вокруг раны;

$X_6$  – ширина области гиперемии вокруг раны (в мм).

Регрессионный анализ показал, что значение вероятности  $p$ , соответствующее зависимой переменной  $Y$  (длительность лечения в неделях), равно 0,0019. Данная зависимость между переменной  $Y$  и независимыми переменными  $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6$  является значимой. Полученная вероятность подтверждает корреляцию между зависимой и независимыми переменными и говорит о статистически значимом результате, см. таблицу 4.

Таблица 4  
Table 4

Регрессионный анализ зависимости длительности лечения от характеристик раны  
Regression analysis of the dependence of the duration of treatment on the characteristics of the wound

|                | Коэффициенты | Стандартная<br>ошибка | t-статис-<br>тика | P-Значе-<br>ние | Нижние<br>95 % | Верхние<br>95 % |
|----------------|--------------|-----------------------|-------------------|-----------------|----------------|-----------------|
| Y-пересечение  | 9,92         | 2,87                  | 3,45              | 0,0019          | 4,01           | 15,83           |
| Переменная X 1 | 1,30         | 1,39                  | 0,94              | 0,3569          | -1,55          | 4,15            |
| Переменная X 2 | -0,54        | 1,54                  | -0,35             | 0,7268          | -3,70          | 2,62            |
| Переменная X 3 | 3,08         | 1,41                  | 2,19              | 0,0380          | 0,18           | 5,98            |
| Переменная X 4 | -2,32        | 1,41                  | -1,65             | 0,1118          | -5,22          | 0,58            |
| Переменная X 5 | 0,00         | 1,39                  | 0,00              | 0,9984          | -2,86          | 2,85            |
| Переменная X 6 | 0,82         | 1,44                  | 0,57              | 0,5736          | -2,13          | 3,77            |

Построенная регрессионная модель позволяет сделать вывод о том, что  $p$ -значение, соответствующее переменной  $X_3$  (количество экссудата), равное 0,038, показывает, что влияние переменной  $X_3$  на переменную  $Y$  достоверно значимо (96,2 %). Достоверная значимость влияния других показателей ( $X_1, X_2, X_4, X_5, X_6$ ) в данном случае не выявлена, однако не учитывать влияние данных показателей на  $Y$  и исключать их из уравнения регрессии нельзя.

Влияние факторов  $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6$  на величину  $Y$  может быть оценено с высокой точностью (с погрешностью 5 %) следующим уравнением:

$$Y = 9,916 + 1,302 \cdot X_1 - 0,543 \cdot X_2 + 3,083 \cdot X_3 - 2,323 \cdot X_4 - 0,003 \cdot X_5 + 0,818 \cdot X_6.$$

Кроме этого, был проведен регрессионный анализ зависимости между независимыми переменными  $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6$  и зависимой переменной  $Y$ , где  $Y$  – исход лечения (заживление раны – 1, долечивание в домашних условиях – 2, повторное оперативное вмешательство – 3). Влияние факторов  $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6$  на величину  $Y$  (исход лечения) может быть оценено с высокой точностью (с погрешностью 5 %) следующим выражением:

$$Y = 0,014 - 0,057 \cdot X_1 + 0,173 \cdot X_2 - 0,063 \cdot X_3 + 0,223 \cdot X_4 + 0,556 \cdot X_5 - 0,042 \cdot X_6.$$

Таблица 5

Table 5

Регрессионный анализ зависимости исхода лечения от характеристик раны

Regression analysis of the dependence of the outcome of treatment on the characteristics of the wound

|                | Коэффици-<br>енты | Стандартная<br>ошибка | t-статис-<br>тика | P-Значение | Нижние<br>95 % | Верхние<br>95 % |
|----------------|-------------------|-----------------------|-------------------|------------|----------------|-----------------|
| Y-пересечение  | 0,01              | 0,54                  | 0,03              | 0,9797     | -1,10          | 1,13            |
| Переменная X 1 | -0,06             | 0,26                  | -0,22             | 0,8292     | -0,59          | 0,48            |
| Переменная X 2 | 0,17              | 0,29                  | 0,60              | 0,5541     | -0,42          | 0,77            |
| Переменная X 3 | -0,06             | 0,27                  | -0,24             | 0,8125     | -0,61          | 0,48            |
| Переменная X 4 | 0,22              | 0,27                  | 0,84              | 0,4090     | -0,32          | 0,77            |
| Переменная X 5 | 0,56              | 0,26                  | 2,12              | 0,0433     | 0,02           | 1,09            |
| Переменная X 6 | -0,04             | 0,27                  | -0,15             | 0,8788     | -0,60          | 0,51            |

Достоверно значимым оказалось влияние переменной X<sub>5</sub> на исход лечения.

P-значение в данном случае составило 0,043. Оказалось, что цвет гиперемии вокруг раны на момент обращения к врачу напрямую влияет на исход заболевания.

### Выводы

Сочетание факторов со стороны пациента (например, нерегулярный или недостаточно тщательный осмотр стоп и/или неправильная оценка симптомов) и других факторов (например, невозможность получить своевременную квалифицированную помощь) привело к задержке оказания медицинской помощи.

Выявление факторов со стороны пациента и со стороны системы медицинского обслуживания и их устранение могут помочь сократить или устранить задержку в оказании своевременной медицинской помощи.

Сформулированные нами формализованные критерии и предложенная шкала оценки состояния пациента, а также методика оценки прогноза длительности лечения и исхода заболевания использовались при наблюдении 33 пациентов с синдромом диабетической стопы. Результаты проведенного исследования и статистическая обработка полученных данных позволили выявить наиболее значимые факторы, влияющие на течение раневого процесса и исход лечения.

Разработанная google-форма шкалы, доступная для заполнения врачу и пациенту, позволила выполнить обработку объективно полученных данных и более точно оценить прогноз длительности лечения, опираясь на наиболее значимые факторы. Научная новизна нашего исследования состоит в объективизации полученных качественных данных путем их переноса в количественные и цифровизации процесса. Выполненный регрессионный анализ позволил выявить факторы, достоверно влияющие на прогноз заболевания ( $p < 0,05$ ).

В рамках предложенной нами методики важную роль играет вовлечение пациента в процесс оценки своего состояния.

### Список литературы

- Аралова М.В., Алимкина Ю.Н. 2023. Патент № 2805258 Российская Федерация, МПК А61М 25/10 (2013.01), А61М 5/00 (2006.01), А61К 8/22 (2006.01), А61К 33/14 (2006.01), А61Р 17/02 (2006.01). Способ лечения гнойно-некротических поражений стоп у больных ишемической формой синдрома диабетической стопы: № 2022127238.
- Ботвинева Л.А., Купцова Е.Н., Кривобоков В.Н. 2022. Патент № 2785386 Российская Федерация, МПК А61Н 33/02 (2006.01). Способ лечения больных диабетической дистальной



полинейропатией с применением витаминов группы В, бальнеотерапии и вазоактивной электростимуляции в сочетании с вакуум терапией: № 2021128317.

Грэнберг А., Диэтерик К., Махлапуу М. 2019. Патент № 2707254 Российская Федерация, МПКА61К 38/17 (2006.01), А61К 9/70 (2006.01), А61Л 15/44 (2006.01), А61Л 15/60 (2006.01), А61Р 17/02 (2006.01). Водный фармацевтический препарат и способ лечения хронической язвы: № 2016124234.

Михайлов А.Ю., Соловьев А.А., Халимов Э.В., Стяжкина С.Н., Акимов А.А. 2019. Патент № 2701174 Российская Федерация, МПК G01N 33/48 (2006.01). Способ оценки эффективности лечения сахарного диабета 2 типа: № 2018126447.

Трофимов А.В., Хавинсон В.Х., Ивко О.М., Трофимова С.В. 2020. Патент № 2717674 Российская Федерация, МПК А61К 38/05 (2006.01), А61Р 17/02 (2006.01), А61Р 3/10 (2006.01). Лекарственное средство, усиливающее оксигенацию тканей при диабетической стопе, и способ его применения: № 2019129166.

Armstrong D.G., Tan T.W., Boulton A.J.M., Bus S.A. 2023. Diabetic Foot Ulcers: A Review. JAMA, 330(1), 62–75. doi: 10.1001/jama.2023.10578.

Bolton L. 2022. Diabetic Foot Ulcer: Treatment Challenges. Wounds : a Compendium of Clinical Research and Practice, 34(6), 175–177. doi: 10.25270/wnds/2022.175177.

Barg F.K., Cronholm P.F., Easley E.E., Davis T., Hampton M., Malay D.S., Donohue C., Song J., Thom S.R., Margolis D.J. 2017. A Qualitative Study of the Experience of Lower Extremity Wounds and Amputations Among People with Diabetes in Philadelphia. Wound Healing Agent Regen: 864–870/ doi: 10.1111/wrr.12593.

Bender C., Cichosz S.L., Pape-Haugaard L., Hartun Jensen M., Bermark S., Laursen A.C., et al. 2020. Assessment of Simple Bedside Wound Characteristics for a Prediction Model for Diabetic Foot Ulcer Outcomes. J. Diabetes Sci. Technol. doi: 10.1177/1932296820942307

Gale L., Vedhara K., Searle A., Kemple T., Campbell R. 2008. Patients' Perspectives on Foot Complications in Type 2 Diabetes: a Qualitative Study. British Journal of General Practice: 58(553), 555–563. doi: 10.3399/bjgp08X319657

Kairys A., Pauliukienė R., Raudonis V., Ceponis J. 2023. Towards Home-Based Diabetic Foot Ulcer Monitoring: A Systematic Review. Sensors (Basel, Switzerland), 23(7), 3618. doi: 10.3390/s23073618

Littman A.J., Tseng C.L., Timmons A., Moore K., Landry G., Czerniecki J.M., et al. 2020. Risk of Ipsilateral Reamputation Following an Incident Toe Amputation Among U.S. Military Veterans with Diabetes, 2005–2016. Diabetes Care: 1033–1040. doi: 10.2337/dc19-2337

Margolis D.J., Malay D.S., Hoffstad O.J., Leonard C.E., MaCurdy T., de Nava K.L., et al. 2011. Incidence of Diabetic Foot Ulcer and Lower Extremity Amputation Among Medicare Beneficiaries, 2006 to 2008: Data Points №2. Data Points Publication Series. PMID: 22049565.

Mariadoss A.V.A., Sivakumar A.S., Lee C.H., Kim S.J. 2022. Diabetes Mellitus and Diabetic Foot Ulcer: Etiology, Biochemical and Molecular Based Treatment Strategies Via Gene and Nanotherapy. Biomedicine & Pharmacotherapy, 151. doi: 10.1016/j.biopha.2022.113134

Reiber G.E., Raugi G.J. 2005. Preventing Foot Ulcers and Amputations in Diabetes. Lancet. Elsevier: 1676–1677. doi: 10.1016/S0140-6736(05)67674-X

Spoden M., Nimptsch U., Mansky T. 2019. Amputation Rates of the Lower Limb by Amputation Level – Observational Study Using German National Hospital Discharge Data from 2005 to 2015. BMC Health. Serv. Res. doi: 10.1186/s12913-018-3759-5

Wang Y., Shao T., Wang J., Huang X., Deng X., Cao Y., Zhou M., Zhao C. 2021. An Update on Potential Biomarkers for Diagnosing Diabetic Foot Ulcer at Early Stage. Biomedicine & Pharmacotherapy, 133. doi: 10.1016/j.biopha.2020.110991

## References

Aralova M.V., Alimkina Yu.N. 2023. Patent № 2805258 Rossiyskaya Federatsiya, MPK A61M 25/10 (2013.01), A61M 5/00 (2006.01), A61K 8/22 (2006.01), A61K 33/14 (2006.01), A61P 17/02 (2006.01). Sposob lecheniya gnoyno-nekroticheskikh porazheniy stop u bol'nykh ishemicheskoy formoy sindroma diabeticheskoy stopy: №2022127238 [Method of Treatment of Purulent-Necrotic Affected Feet in Severe Ischemic Form of Syndromic Diabetic Foot: No. 2022127238].

- Botvineva L.A., Kuptsova E.N., Krivobokov V.N. 2022. Patent № 2785386 Rossiyskaya Federatsiya, MPK A61H 33/02 (2006.01). Sposob lecheniya bol'nykh diabeticheskoy distal'noy polineuropatiey s primeneniem vitaminov gruppy V, bal'neoterapii i vazoaktivnoy elektroneystimulyatsii v sochetanii s vakuum terapiy: № 2021128317 [Method of Treating Patients with Diabetic Distal Polyneuropathy Using B Vitamins, Balneotherapy and Vasoactive Electrical Neurostimulation in Combination with Vacuum Therapy: No. 2021128317].
- Grenberg A., Dieterik K., Makhlapuu M. 2019. Patent № 2707254 Rossiyskaya Federatsiya, MPK A61K 38/17 (2006.01), A61K 9/70 (2006.01), A61L 15/44 (2006.01), A61L 15/60 (2006.01), A61P 17/02 (2006.01). Vodnyy farmatsevticheskiy preparat i sposob lecheniya khronicheskoy yazvy: № 2016124234 [Aqueous Pharmaceutical Preparation and Method for Treating Chronic Ulcers: No. 2016124234].
- Mikhaylov A.Yu., Solov'ev A.A., Khalimov E.V., Styazhkina S.N., Akimov A.A. 2019. Patent № 2701174 Rossiyskaya Federatsiya, MPK G01N 33/48 (2006.01). Sposob otsenki effektivnosti lecheniya sakharnogo diabeta 2 tipa: № 2018126447 [Method for Assessing the Effectiveness of Treatment of Type 2 Diabetes Mellitus: No. 2018126447].
- Trofimov A.V., Khavinson V.Kh., Ivko O.M., Trofimova S.V. 2020. Patent № 2717674 Rossiyskaya Federatsiya, MPK A61K 38/05 (2006.01), A61P 17/02 (2006.01), A61P 3/10 (2006.01). Lekarstvennoe sredstvo, usilivayushchee oksigenatsiyu tkaney pri diabeticheskoy stopе, i sposob ego primeneniya: № 2019129166 [A Drug that Enhances Tissue Oxygenation in Diabetic Feet, and Its Method of Use: No. 2019129166].
- Armstrong D.G., Tan T.W., Boulton A.J.M., Bus S.A. 2023. Diabetic Foot Ulcers: A Review. *JAMA*, 330(1), 62–75. doi: 10.1001/jama.2023.10578.
- Bolton L. 2022. Diabetic Foot Ulcer: Treatment Challenges. *Wounds : a Compendium of Clinical Research and Practice*, 34(6), 175–177. doi: 10.25270/wnds/2022.175177.
- Barg F.K., Cronholm P.F., Easley E.E., Davis T., Hampton M., Malay D.S., Donohue C., Song J., Thom S.R., Margolis D.J. 2017. A Qualitative Study of the Experience of Lower Extremity Wounds and Amputations Among People with Diabetes in Philadelphia. *Wound Healing Agent Regen*: 864–870/ doi: 10.1111/wrr.12593.
- Bender C., Cichosz S.L., Pape-Haugaard L., Hartun Jensen M., Bermark S., Laursen A.C., et al. 2020. Assessment of Simple Bedside Wound Characteristics for a Prediction Model for Diabetic Foot Ulcer Outcomes. *J. Diabetes Sci. Technol.* doi: 10.1177/1932296820942307
- Gale L., Vedhara K., Searle A., Kemple T., Campbell R. 2008. Patients' Perspectives on Foot Complications in Type 2 Diabetes: a Qualitative Study. *British Journal of General Practice*: 58(553), 555–563. doi: 10.3399/bjgp08X319657
- Kairys A., Pauliukienė R., Raudonis V., Ceponis J. 2023. Towards Home-Based Diabetic Foot Ulcer Monitoring: A Systematic Review. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 23(7), 3618. doi: 10.3390/s23073618
- Littman A.J., Tseng C.L., Timmons A., Moore K., Landry G., Czerniecki J.M., et al. 2020. Risk of Ipsilateral Reamputation Following an Incident Toe Amputation Among U.S. Military Veterans with Diabetes, 2005–2016. *Diabetes Care*: 1033–1040. doi: 10.2337/dc19-2337
- Margolis D.J., Malay D.S., Hoffstad O.J., Leonard C.E., MaCurdy T., de Nava K.L., et al. 2011. Incidence of Diabetic Foot Ulcer and Lower Extremity Amputation Among Medicare Beneficiaries, 2006 to 2008: Data Points №2. *Data Points Publication Series*. PMID: 22049565.
- Mariadoss A.V.A., Sivakumar A.S., Lee C.H., Kim S.J. 2022. Diabetes Mellitus and Diabetic Foot Ulcer: Etiology, Biochemical and Molecular Based Treatment Strategies Via Gene and Nanotherapy. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 151. doi: 10.1016/j.biopha.2022.113134
- Reiber G.E., Raugi G.J. 2005. Preventing Foot Ulcers and Amputations in Diabetes. *Lancet. Elsevier*: 1676–1677. doi: 10.1016/S0140-6736(05)67674-X
- Spoden M., Nimptsch U., Mansky T. 2019. Amputation Rates of the Lower Limb by Amputation Level – Observational Study Using German National Hospital Discharge Data from 2005 to 2015. *BMC Health. Serv. Res.* doi: 10.1186/s12913-018-3759-5
- Wang Y., Shao T., Wang J., Huang X., Deng X., Cao Y., Zhou M., Zhao C. 2021. An Update on Potential Biomarkers for Diagnosing Diabetic Foot Ulcer at Early Stage. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 133. doi: 10.1016/j.biopha.2020.110991



**Конфликт интересов:** о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

**Conflict of interest:** no potential conflict of interest related to this article was reported.

Поступила в редакцию 12.06.2024

Received June 12, 2024

Поступила после рецензирования 11.07.2024

Revised July 11, 2024

Принята к публикации 14.08.2024

Accepted August 14, 2024

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

## INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Паршутина Александра Андреевна**, врач-хирург, аспирант 3 года заочной формы обучения кафедры специализированных хирургических дисциплин, Воронежский Государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко, г. Воронеж, Россия

 [ORCID: 0000-0002-7989-6975](https://orcid.org/0000-0002-7989-6975)

**Aleksandra A. Parshutina**, Surgeon, PhD Student of the Department of Specialized Surgical Disciplines, N.N. Burdenko Voronezh State Medical University, Voronezh, Russia

**Пархисенко Юрий Александрович**, доктор медицинских наук, профессор кафедры специализированных хирургических дисциплин, Воронежский Государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко, г. Воронеж, Россия

 [ORCID: 0000-0001-7400-5013](https://orcid.org/0000-0001-7400-5013)

**Yury A. Parkhisenko**, Doctor of Medical Sciences, Professor of the Department of Specialized Surgical Disciplines, N.N. Burdenko Voronezh State Medical University, Voronezh, Russia

**Булынин Виктор Викторович**, доктор медицинских наук, профессор кафедры специализированных хирургических дисциплин, Воронежский Государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко, г. Воронеж, Россия

 [ORCID: 0000-0003-3447-1129](https://orcid.org/0000-0003-3447-1129)

**Viktor V. Bulynin**, Doctor of Medical Sciences, professor of the Department of Specialized Surgical Disciplines, N.N. Burdenko Voronezh State Medical University, Voronezh, Russia



УДК 616.351-007.44

DOI 10.52575/2687-0940-2024-47-3-371-380

Оригинальное исследование

## Результаты хирургического лечения проляпса в области заднего сегмента тазового дна у пациенток с раком молочной железы на фоне эндокринной терапии

Кривчикова А.П.<sup>1,3</sup> , Ярош А.Л.<sup>1,2</sup> , Олейник Н.В.<sup>1,2</sup> , Солошенко А.В.<sup>1,2</sup> ,  
Братищева Н.Н.<sup>1</sup> , Присяжнюк Е.И.<sup>2</sup> , Аленичева М.С.<sup>4</sup> 

<sup>1)</sup> Белгородский государственный национальный исследовательский университет,  
Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85;

<sup>2)</sup> Белгородская областная клиническая больница Святителя Иоасафа,  
Россия, 308007, ул. Некрасова, 8/9;

<sup>3)</sup> Белгородский областной онкологический диспансер,  
Россия, 308010, ул. Куйбышева, 1;

<sup>4)</sup> Диагностический центр № 3 Департамента здравоохранения г. Москвы,  
г. Москва, 109444, ул. Сормовская, 9  
E-mail: [oleynik\\_nv@mail.ru](mailto:oleynik_nv@mail.ru)

**Аннотация.** Поддерживающие структуры тазового дна являются эстрогенозависимыми. Большинству женщин с рецептор-положительным раком молочной железы в послеоперационном периоде назначается вспомогательная гормональная терапия для подавления уровня эстрогенов. Это ведет к началу или прогрессированию проляпса тазовых органов и тазового дна. Авторами проведено сравнительное исследование результатов различных методов хирургического вмешательства для коррекции опущения в области заднего сегмента таза у женщин с раком молочной железы, получающих эндокринную терапию, и в контрольной группе. Для анатомической коррекции проляпса выполнялась пликация задней стенки влагалища, ушивание передних порций леваторов, пластика сфинктера прямой кишки, удаление излишка опущенной слизистой оболочки прямой кишки по методу STARR, сакрокольпоректопексия в зависимости от патологии тех или иных структур тазового дна. Авторами показано, что проляпс у пациенток основной группы корректировался хуже, что зависело от степени его выраженности. Авторы пришли к заключению о необходимости профилактики проляпса тазовых органов и преимуществах хирургической коррекции проляпса у этой группы пациенток на начальных стадиях формирования.

**Ключевые слова:** рецептор-позитивный рак молочной железы, эндокринная терапия, опущение заднего тазового сегмента, хирургическое лечение

**Для цитирования:** Кривчикова А.П., Ярош А.Л., Олейник Н.В., Солошенко А.В., Братищева Н.Н., Присяжнюк Е.И., Аленичева М.С. 2024. Результаты хирургического лечения проляпса в области заднего сегмента тазового дна у пациенток с раком молочной железы на фоне эндокринной терапии. *Актуальные проблемы медицины*, 47(3): 371–380. DOI: 10.52575/2687-0940-2024-47-3-371-380

**Финансирование.** Работа выполнена без внешних источников финансирования



## Surgical Results of the Pelvic Posterior Segment Prolapse in Patients with Breast Cancer Undergoing Endocrine Therapy

Arina P. Krivchikova<sup>1,3</sup> , Andrey L. Yarosh<sup>1,2</sup> ,  
Natalia V. Oleynik<sup>1,2</sup> , Aleksandr V. Soloshenko<sup>1,2</sup> ,  
Natalia N. Bratisheva<sup>1</sup> , Evgeny I. Prisyazhnyuk<sup>2</sup> , Marina S. Alenicheva<sup>4</sup>

<sup>1)</sup> Belgorod State National Research University,  
85 Pobeda St., Belgorod 308015, Russia;

<sup>2)</sup> Belgorod Regional Clinical Hospital of St. Joasaph,  
8/9 Nekrasov St., Belgorod 308007, Russia;

<sup>3)</sup> Belgorod Regional Oncology Hospital,  
1 Kuybishev St., Belgorod 308010, Russia;

<sup>4)</sup> Diagnostic Center No. 3 of the Moscow Department of Health,  
9 Sormovskaja St., Moscow 109444, Russia

E-mail: [oleynik\\_nv@mail.ru](mailto:oleynik_nv@mail.ru)

**Abstract.** The cause of pelvic organ ptosis in women is damage or weakening of the connective tissue and muscle structures of the pelvic floor, which normally serve as a supporting framework for pelvic organs and are estrogen-dependent. Most women with receptor-positive breast cancer are prescribed adjuvant endocrine therapy after surgery to suppress estrogen levels. The authors investigated the results of surgery of posterior pelvic floor segment prolapse in this category of patients (n = 50). The study was conducted in a comparative aspect with a group of patients who do not suffer from breast cancer (n = 50). For anatomical correction of prolapse, posterior colporaphy, anterior levatoroplasty or sphincterolevatoroplasty, resection of rectal mucosa prolapse using the STARR method, sacrocolporectopexy, depending on the pathology of certain structures of the pelvic floor, were performed. The evaluation of the treatment results was carried out after 3 years using clinical, radiological (defecography) and physiological methods (anorectal functional tests) studies. The authors showed that the symptoms of obstructive defecation and anal incontinence were less amenable to correction in patients with endocrine therapy. The authors concluded that it is necessary to prevent pelvic organ prolapse and the advantages of surgical correction of the initial forms of prolapse in this group of patients.

**Keywords:** receptor-positive breast cancer, endocrine therapy, pelvic floor posterior segment prolapse, surgical treatment

**For citation:** Krivchikova A.P., Yarosh A.L., Oleynik N.V., Soloshenko A.V., Bratisheva N.N., Prisyazhnyuk E.I., Alenicheva M.S. 2024. Surgical Results of the Pelvic Posterior Segment Prolapse in Patients with Breast Cancer Undergoing Endocrine Therapy. *Challenges in Modern Medicine*, 47(3): 371–380 (in Russian). DOI: 10.52575/2687-0940-2024-47-3-371-380

**Funding:** The work was carried out without external sources of funding.

---

### Введение

Проляпс тазовых органов и промежности – частая патология у женщин любого возраста. Причина заключается в повреждении или ослаблении соединительной ткани и мышц таза, которые в норме поддерживают тазовые органы и являются эстрогензависимыми [Röhrnbauer et al., 2017; Shafaat et al., 2022]. В перименопаузальном периоде частота проляпса увеличивается, что связано с постепенным снижением эстрогенов в организме [Reddy et al., 2020; Ansari et al., 2022]. Существует группа женщин, которым жизненно необходимо искусственное снижение эстрогенов в любом возрасте. Это пациентки с рецептор-положительным раком молочной железы (РМЖ), которым после операции показана дополнительная гормональная терапия, тамоксифен или ингибиторы ароматазы сроком на 5–10 лет

[Burststein et al., 2014; Spring et al., 2016; Waks et al., 2018]. Эндокринная терапия РМЖ проявляется различными нежелательными явлениями со стороны тазовых органов [Burststein et al., 2014]. Урогенитальные симптомы на фоне назначения эндокринной терапии и неудовлетворительные результаты их лечения ввиду невозможности назначения заместительной гормональной терапии достаточно широко освещены в литературе [Archer et al., 2015; Biglia et al., 2015; Goetsch et al., 2016; Sousa et al., 2017]. В колопроктологии заболеваниями, связанными с опущением заднего сегмента тазового дна (ОЗСТД), являются опущение задней стенки влагалища, дистальное смещение слизистой прямой кишки и промежности [Shull, 1999; Salto, 2014]. В результате развивается синдром обструктивной дефекации (СОД), т. е. необходимость сильного и длительного натуживания и необходимость ручного пособия для эвакуации кала из прямой кишки [Heinrich, 2022]. В результате этого у ряда пациенток может развиваться недостаточность анального сфинктера (НАС) из-за постоянного перерастяжения сакрального нерва [Олейник и др., 2022]. Запоры и недержание кишечного содержимого (НКС) отрицательно влияют на качество жизни этих пациенток. Однако проблема ОЗСТД у пациенток с РМЖ на фоне эндокринной терапии в литературе отражена недостаточно [Colombage et al., 2022]. А работы, посвященные хирургическому лечению этой группы пациенток, отсутствуют.

### Объекты и методы исследования

Данное исследование выполнено на базе кафедры госпитальной хирургии Белгородского государственного национального исследовательского университета в колопроктологическом отделении Белгородской областной клинической больницы Святителя Иоасафа. Основную группу составили 50 пациенток с РМЖ, находившихся под наблюдением в Белгородском областном онкологическом диспансере, которые получали эндокринную терапию в течение трех и более лет. Контрольную группу составили также 50 пациенток с ОЗСТД. В контрольную группу включали женщин с жалобами на ОД и НКС аналогичного возраста, который составил  $45,6 \pm 3,5$  лет в основной группе и  $46,8 \pm 4,1$  лет в контрольной группе ( $p = 0,824$ ).

Для диагностики проляпса, степени и характера его выраженности использовали клинические методы обследования: вагинальное и ректальное пальцевое исследование в положении на кресле с приподнятыми и согнутыми в тазобедренных и коленных суставах нижними конечностями; эндоскопическое: ректороманоскопию, в том числе с натуживанием по методу А. Паркса для диагностики смещения слизистой оболочки прямой кишки в дистальном направлении; рентгенологическое, а именно дефекографию и функциональное исследование прямой кишки и анального канала на компьютерной системе Poligraf ID. Отдаленные результаты оперативного лечения оценивали путем использования этих же методов через три года. Вид оперативного лечения зависел от характера и сочетанности патологии тазового дна и был аналогичен в обеих группах. При изолированном ректоцеле выполнялась задняя кольпорафия, при ректоцеле с недостаточностью анального сфинктера – задняя кольпорафия и передняя леваторопластика, при сочетании ректоцеле с опущением промежности – сакрокольпоректопексия, при наличии сопутствующего опущения слизистой прямой кишки все методики дополнялись иссечением избытка последней.

Статистическая оценка полученных показателей выполнялась на персональном компьютере по программе Statistica 12 pro. Границы распределения исследуемых показателей были обозначены в виде «среднее значение  $\pm$  стандартное отклонение ( $\bar{X} \pm \sigma$ ) при количественном значении группы,  $n$ . Для сравнения средних величин в двух группах пациентов использовался критерий Стьюдента. Для сравнения качественных признаков использовался критерий  $\chi^2$ , количественных – критерий Ньюмена – Кейлса.  $P \leq 0,05$  считался статистически значимым.



## Результаты и их обсуждение

Результаты исследования показали, что у пациенток с РМЖ на фоне эндокринной терапии (основной группы) пролапс был выражен в большей степени и чаще имел сочетанный характер по сравнению с пациентками контрольной группы, что логично и объясняется эстрогенной зависимостью соединительной ткани тазового дна и большей недостаточностью эстрогенов при подавлении их тамоксифеном или ингибиторами ароматазы [Archer et al., 2015; Goetsch et al., 2016; Colombage et al., 2022] (табл. 1).

Таблица 1  
Table 1

Тяжесть проляпса и его основные характеристики в группах исследования и контроля  
The severity of prolapse and its main characteristics in the examination and control groups

| Вид пролапса                                               | Основная группа<br>n = 50 | Контрольная группа<br>n = 50 | Достоверность<br>различий, P |
|------------------------------------------------------------|---------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Ректоцеле II ст.                                           | 3 (6 %)                   | 15 (30 %)                    | P = 0,009                    |
| Ректоцеле III ст.                                          | 7 (14 %)                  | 14 (28 %)                    | P = 0,165                    |
| Птоз промежности                                           | 12 (24 %)                 | 7 (14 %)                     | P = 0,293                    |
| Ректоцеле + птоз промежности                               | 12 (24 %)                 | 6 (12 %)                     | P = 0,193                    |
| Ректоцеле + птоз слизистой прямой кишки                    | 8 (16 %)                  | 4 (8 %)                      | P = 0,275                    |
| Ректоцеле + птоз промежности + птоз слизистой прямой кишки | 8 (16 %)                  | 4 (8 %)                      | P = 0,275                    |
| Из них: слабость сфинктера прямой кишки                    | 20 (40 %)                 | 10 (20 %)                    | P = 0,109                    |

Достоверность различий рассчитана на основании критерия  $\chi^2$ .  
 $P \leq 0,05$  считался статистически значимым.

Как видно из представленной таблицы 1, в основной группе пациенток чаще отмечалась НАС. Также была более выражена степень недержания кишечного содержимого II степени отмечено у 12 (60 %) из 20 пациенток основной группы и у 2 (20 %) из 10 пациенток контрольной группы ( $P = 0,270$ ). Соответственно, I степень недержания имела у 8 (40 %) пациенток в группе исследования и 8 (80 %) пациенток группы контроля ( $P = 0,217$ ). Хотя различия соответствующих показателей в сравниваемых группах оказались недостоверными ( $P \leq 0,05$  считался статистически значимым), проляпс был более выражен у пациенток основной группы, принимающих эстрогенподавляющую терапию.

Оперативное лечение было направлено на полное восстановление анатомии ЗСТД и соответствовало общепринятому в настоящее время в зависимости от выявленной патологии [Sákra, Šiller, 2017; Oleynik et al., 2023]. При ректоцеле II–III степени выполнялась задняя кольпорафия; ее дополняли передней леваторопластикой или сфинктеролеваторопластикой при недостаточности анального сфинктера; при имеющемся опущении слизистой прямой кишки выполнялась ее резекция по методу STARR; при опущении промежности – сакрокольпоректопексия. При сочетанном характере проляпса использовались различные сочетания перечисленных методик.

При анализе результатов заполнения опросников установлено, что в основной группе СОД сохранялся у 12 (24 %) пациенток основной группы и у 7 (14 %) пациенток контрольной группы,  $P = 0,293$ . Результаты в контрольной группе соответствуют данным других авторов по лечению СОД [Naldini et al., 2018].

НАС сохранялась у 9 (45 %) из 20 пациенток группы исследования у 2 (20 %) из 10 пациенток группы контроля, у которых данная патология была выявлена перед операцией

( $P = 0,345$ ), хотя все отметили улучшение своего состояния. Такие же данные по лечению НАС в общей популяции пациенток приводятся другими авторами [Sharma, Rao, 2020; Whitehead et al., 2020; Islam et al., 2022; Xu et al., 2023]. Это свидетельствует об объективности сравнительных результатов с основной группой пациенток.

Полученные данные соответствовали данным объективных методов исследования, к которым относятся дефекография и аноректальные функциональные тесты.

По данным дефекографии отмечается уменьшение размеров ректоцеле, лифтинг аноректального сегмента относительно лобково-копчикового направления в состоянии покоя и натуживания, увеличение скорости эвакуации бария при дефекации в большей степени у пациенток контрольной группы, хотя не для всех показателей с достоверными различиями, о чем свидетельствуют данные в таблице 2.

Таблица 2

Table 2

Динамика результатов рентгенографии перед и через 3 года после операции у пациенток  
сравниваемых групп

Dynamics of X-ray results before and 3 years after surgery in patients of the compared groups

| Различия показателей в сравнении с дооперационными                                               | Основная группа<br>n = 50 | Контрольная группа n = 50 | Достоверность различий, P |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Уменьшение размеров ректоцеле (см)                                                               | $1,3 \pm 0,4$             | $1,9 \pm 0,5$             | $P = 0,351$               |
| Подъем аноректальной области относительно лобково-копчикового соединения (см) в состоянии покоя: | $1,2 \pm 0,4$             | $1,7 \pm 0,3$             | $P = 0,319$               |
| натуживания:                                                                                     | $1,5 \pm 0,5$             | $2,2 \pm 0,3$             | $P = 0,232$               |
| Увеличение скорости эвакуации бария (г/сек)                                                      | $1,4 \pm 0,4$             | $2,1 \pm 0,5$             | $P = 0,277$               |
| Уменьшение количества бария, оставшегося после эвакуации (%)                                     | $11,1 \pm 0,6$            | $39,1 \pm 1,5$            | $P = 0,000$               |

P вычислено по критерию Ньюмена – Кейлса.

$P \leq 0,05$  считался статистически значимым.

В процессе проведения аноректальных функциональных тестов также отмечено повышение давления в области внутреннего и наружного анального сфинктера после операции с лучшей, хотя и недостоверной динамикой ( $P \leq 0,05$  считался статистически значимым) у пациенток контрольной группы, степень его повышения приведена в таблице 3.

Таблица 3

Table 3

Динамика функциональных результатов перед и после оперативного лечения  
пациенток групп сравнения

Dynamics of functional results before and after surgical treatment in patients of the comparison groups

| Различия показателей давления в анальном канале до и после операции (мм рт. ст.) | Основная группа n = 50 | Контрольная группа n = 50 | Достоверность различий, P |
|----------------------------------------------------------------------------------|------------------------|---------------------------|---------------------------|
| В области наружного сфинктера                                                    |                        |                           |                           |
| В состоянии покоя:                                                               | $4,3 \pm 0,7$          | $6,8 \pm 0,6$             | $P = 0,007$               |
| наибольшего добровольного сокращения:                                            | $5,6 \pm 0,6$          | $7,2 \pm 0,6$             | $P = 0,062$               |
| На уровне внутреннего сфинктера                                                  |                        |                           |                           |
| в состоянии покоя:                                                               | $9,5 \pm 1,3$          | $12,8 \pm 2,1$            | $P = 0,184$               |
| наибольшего добровольного сокращения:                                            | $11,4 \pm 2,1$         | $14,6 \pm 2,4$            | $P = 0,318$               |

P вычислено по критерию Ньюмена – Кейлса.

$P \leq 0,05$  считался статистически значимым.



Произведена оценка развития повторного проляпса или рецидива, имеющегося ранее проляпса у пациенток обеих групп. При этом отмечено, что рецидивы и повторный проляпс чаще развивались у пациенток основной группы при сочетанном проляпсе. Они отмечены у 8 (28,6 %) из 28 пациенток группы исследования и у 2 (14,3 %) из 14 пациенток группы контроля ( $P = 0,412$ ). В противоположность этому, у пациенток с изолированным ректоцеле II степени как в контрольной, так и в основной группе рецидива, как и повторного проляпса другого вида, не отмечено.

### Заключение

Проблема птоза заднего сегмента таза является актуальной из-за значительной распространенности данной патологии у женщин, значительно влияющей на качество жизни. Раньше исследования исходов оперативного лечения указанной патологии у женщин с раком молочной железы на фоне эндокринной терапии для снижения уровня эстрогенов не проводились. Результаты нашей работы показали, что у данной группы пациенток проляпс встречается чаще, более выражен, чаще имеет сочетанный характер и труднее поддается хирургической коррекции при выполнении аналогичных оперативных методик, согласно его выраженности и сочетанности патологии. Анализ полученных результатов в зависимости от степени выраженности патологии показал их обратно-пропорциональную зависимость: чем ниже была степень выраженности проляпса, тем лучше были результаты лечения, в том числе и в основной группе. Это свидетельствует о необходимости профилактики проляпса и более ранней хирургической реабилитации пациенток с РМЖ на фоне эндокринной терапии.

### Список литературы

- Олейник Н.В., Кривчикова А.П., Ярош А.Л., Братищева Н.Н., Лещенко А.С., Карпачев А.А. 2022. Хирургическая коррекция неврологических нарушений при опущении промежности у женщин. *Актуальные проблемы медицины*, 45(2): 207–216. doi: 10.52575/2687-0940-2022-45-2-207-216
- Ansari M.K., Sharma P.P., Khan S.J. 2022. Pelvic Organ Prolapse In Perimenopausal And Menopausal Women. *Journal of Obstetrics and Gynecology of India*, 72(3): 250–257. doi: 10.1007/s13224-021-01524-8.
- Archer D.F., Carr B.R., Pinkerton J.V., Taylor H.S., Constantine G.D. 2015. Effects of Ospemifene on Thefemale Reproductive and Urinary Tracts: Translation from Preclinical Models into Clinical Evidence. *Menopause*, 22(7): 786–796. doi:10.1097/GME.0000000000000365.
- Biglia N., Bounous V.E., Sgro L.G., D'Alonzo M., Pecchio S., Nappi R.E. 2015. Genitourinary Syndrome of Menopause in Breast Cancer Survivors: Are we Facing New and Safe Hopes? *Clinical Breast Cancer*, 15(6): 413–420. doi: 10.1016/j.clbc.2015.06.005
- Brown H.W., Dyer K.Y., Rogers R.G. 2020. Management of Fecal Incontinence. *Obstetrics and Gynecology*, 136(4): 811–822. doi: 10.1097/AOG.0000000000004054
- Burstein H.J., Temin S., Anderson H., Buchholz T.A., Davidson N.E., Gelmon K.E. 2014. Adjuvant Endocrine Therapy for Women with Hormone Receptor-Positive Breast Cancer: American Society of Clinical Oncology Clinical Practice Guideline Focused Update. *Journal of Clinical Oncology*, 32(21): 2255–2269. doi: 10.1200/JCO.2013.54.2258.
- Colombage U.N., Soh S.E., Lin K.Y., White M., Vincent A., Fox J., Frawley H.C. 2022. Occurrence and Impact of Pelvic Floor Dysfunction in Women with and without Breast Cancer: A Cross-Sectional Study. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 26(6): e1–e11:100455. doi: 10.1016/j.bjpt.2022.100455.
- Goetsch M., Lim J., Caughey A. 2016. Efficacy of Intravaginal Dehydroepiandrosterone (DHEA) on Moderate-To-Severe Dyspareunia and Vaginal Dryness, Symptoms of Vulvovaginal Atrophy, and of the Genitourinary Syndrome of Menopause. *Menopause*, 23(3): 243–256. doi: 10.1097/GME.0000000000000571.
- Heinrich H. 2022. Deconstructing Obstructive Defecation Syndrome with Adaptive Biofeedback. *Digestive Diseases and Sciences*, 67(4): 1095–1096. doi: 10.1007/s10620-021-07097-w.

- Islam M.T., Sheikh S.H., Reza E., Ferdaus A.M., Islam F., Fatema B., Kamal M.Z., Rahman M., Siddiquee M.A. 2022. Evaluation of Short Term Outcome of Stapled Transanal Rectal Resection (STARR) for ODS (Obstructed Defecation Syndrome) by Comparing Pre and Post-Operative ODS Score. *Mymensingh Medical Journal*, 31(2): 355–359.
- Naldini G., Fabiani B., Menconi C., Giani I., Toniolo G., Mascagni D., Martellucci J. 2018. Treatment of Obstructed Defecation Syndrome Due to Rectocele and Rectal Intussusception with a High Volume Stapler (TST STARR-plus). *Techniques in Coloproctology*, 22(1): 53–58. doi: 10.1007/s10151-017-1696-7.
- Oleinik N.V., Krivchikova A.P., Yarosh A.L., Bratishcheva N.N., Alenicheva M.S. 2023. Prevention of Dyspareunia when Performing Transvaginal Rectocele Correction. *International Research Journal*, 1(127): e1–e7. URL: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.127.155> <https://cyberleninka.ru/article/n/prevention-of-dyspareunia-when-performing-transvaginal-rectocele-correction/viewer>
- Reddy R.A., Cortessis V., Dancz C., Klutke J., Stanczyk F.Z. 2020. Role Of Sex Steroid Hormones In Pelvic Organ Prolapse. *Menopause*, 27(8): 941–951. doi: 10.1097/GME.0000000000001546.
- Röhrnbauer B., Betschart C., Perucchini D., Bajka M., Fink D., Maake C., Mazza E., Scheiner D.A. 2017. Measuring Tissue Displacement of the Anterior Vaginal Wall Using the Novel Aspiration Technique in vivo. *Scientific Reports*, 7(1): 16141: 1–8. doi: 10.1038/s41598-017-16083-0.
- Sákra L., J Šiller J. 2017. Obstructed Defecation Syndrome – Review Article. *Rozhledy v chirurgickém měsíčníku České chirurgické společnosti*, 96(6): 247–251 (in Czech).
- Salto L.G., Criado J.M., Hoyo L.F.A., Velasco L.G., Rivas P.F., Paradela M.M., Vacas M.I.D.P., Sanz A.G.M., Moreno E.F. 2014. MR Imaging-Based Assessment of the Female Pelvic Floor. *Radiographics*, 34(5): 1417–1439. doi: 10.1148/rg.345140137.
- Shafaat S., Mangir N., Chapple C., MacNeil S., Hearnden V. *Neurourol Urodyn.* 2022. A Physiologically Relevant, Estradiol-17 $\beta$  [E2]-responsive in vitro Tissue-Engineered Model of the Vaginal Epithelium for Vaginal Tissue Research. *Neurourology and Urodynamics*, 41(4): 905–917. doi: 10.1002/nau.24908
- Sharma A., Rao S.S.C. 2020. Epidemiologic Trends and Diagnostic Evaluation of Fecal Incontinence. *Gastroenterology & Hepatology (NY)*, 16(6): 302–309.
- Shull B.L. 1999. Pelvic Organ Prolapse: Anterior, Superior, and Posterior Vaginal Segment Defects. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, 181(1): 6–11. doi: 10.1016/s0002-9378(99)70427-8.
- Sousa M.S., Peate M., Jarvis S., Hickey M., Friedlander M. 2017. A Clinical Guide to the Management of Genitourinary Symptoms in Breast Cancer Survivors on Endocrine Therapy. *Therapeutic Advances in Medical Oncology*, 9(4): 269–285. doi: 10.1177/1758834016687260
- Spring L.M., Gupta A., Reynolds K.L., Gadd M.A., Ellisen L.W., Isakoff S.J., Moy B., Bardia A. 2016. Neoadjuvant Endocrine Therapy For Estrogen Receptor-Positive Breast Cancer: A Systematic Review and Meta-Analysis. *JAMA Oncology*, 2(11): 1477–1486. doi: 10.1001/jamaoncol.2016.1897.
- Trayes K.P., Cokenakes S.E.H. 2021. Breast Cancer Treatment. *American Family Physician*, 104(2): 171–178.
- Waks A.G., Winer E.P. 2019. Breast Cancer Treatment: A Review. *JAMA*, 321 (3): 288–300. doi: 10.1001/jama.2018.19323.
- Whitehead W.E., Simren M., Busby-Whitehead J., Heymen S., van Tilburg M.A.L., Sperber A.D., Palsson O.S. 2020. Fecal Incontinence Diagnosed by the Rome IV Criteria in the United States, Canada, and the United Kingdom. *Clinical Gastroenterology and Hepatology*, 18(2): 385–391. doi: 10.1016/j.cgh.2019.05.040.
- Xu Z.P., Sun G.D., Chen Y.G., Shao W.J. 2023. Surgical Treatment of Fecal incontinence. *Zhonghua Wei Chang Wai Ke Za Zhi = Chinese Journal of Gastrointestinal Surgery*, 26(12): 1132–1137. doi: 10.3760/cma.j.cn441530-20230822-00062 (in Chinese).

## References

- Olejnik N.V., Krivchikova A.P., Yarosh A.L., Bratishcheva N.N., Leshchenko A.S., Karpachev A.A. 2022. Hirurgicheskaya korrekciya nevrologicheskikh narushenij pri opushchenii promezhnosti u zhenshchin [Surgical Correction of Neurological Disorders with Prolapse of the Perineum in Women]. *Aktual'nye problemy mediciny*, 45(2): 207–216. doi: 10.52575/2687-0940-2022-45-2-207-216
- Ansari M.K., Sharma P.P., Khan S.J. 2022. Pelvic Organ Prolapse In Perimenopausal And Menopausal Women. *Journal of Obstetrics and Gynecology of India*, 72(3): 250–257. doi: 10.1007/s13224-021-01524-8.



- Archer D.F., Carr B.R., Pinkerton J.V., Taylor H.S., Constantine G.D. 2015. Effects of Ospemifene on Thefemale Reproductive and Urinary Tracts: Translation from Preclinical Models into Clinical Evidence. *Menopause*, 22(7): 786–796. doi:10.1097/GME.0000000000000365.
- Biglia N., Bounous V.E., Sgro L.G., D'Alonzo M., Pecchio S., Nappi R.E. 2015. Genitourinary Syndrome of Menopause in Breast Cancer Survivors: Are we Facing New and Safe Hopes? *Clinical Breast Cancer*, 15(6): 413–420. doi: 10.1016/j.clbc.2015.06.005
- Brown H.W., Dyer K.Y., Rogers R.G. 2020. Management of Fecal Incontinence. *Obstetrics and Gynecology*, 136(4): 811–822. doi: 10.1097/AOG.0000000000004054
- Burstein H.J., Temin S., Anderson H., Buchholz T.A., Davidson N.E., Gelmon K.E. 2014. Adjuvant Endocrine Therapy for Women with Hormone Receptor-Positive Breast Cancer: American Society of Clinical Oncology Clinical Practice Guideline Focused Update. *Journal of Clinical Oncology*, 32(21): 2255–2269. doi: 10.1200/JCO.2013.54.2258.
- Colombage U.N., Soh S.E., Lin K.Y., White M., Vincent A., Fox J., Frawley H.C. 2022. Occurrence and Impact of Pelvic Floor Dysfunction in Women with and without Breast Cancer: A Cross-Sectional Study. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 26(6): e1–e11:100455. doi: 10.1016/j.bjpt.2022.100455.
- Goetsch M., Lim J., Caughey A. 2016. Efficacy of Intravaginal Dehydroepiandrosterone (DHEA) on Moderate-To-Severe Dyspareunia and Vaginal Dryness, Symptoms of Vulvovaginal Atrophy, and of the Genitourinary Syndrome of Menopause. *Menopause*, 23(3): 243–256. doi: 10.1097/GME.0000000000000571.
- Heinrich H. 2022. Deconstructing Obstructive Defecation Syndrome with Adaptive Biofeedback. *Digestive Diseases and Sciences*, 67(4): 1095–1096. doi: 10.1007/s10620-021-07097-w.
- Islam M.T., Sheikh S.H., Reza E., Ferdaus A.M., Islam F., Fatema B., Kamal M.Z., Rahman M., Siddiquee M.A. 2022. Evaluation of Short Term Outcome of Stapled Transanal Rectal Resection (STARR) for ODS (Obstructed Defecation Syndrome) by Comparing Pre and Post-Operative ODS Score. *Mymensingh Medical Journal*, 31(2): 355–359.
- Naldini G., Fabiani B., Menconi C., Giani I., Toniolo G., Mascagni D., Martellucci J. 2018. Treatment of Obstructed Defecation Syndrome Due to Rectocele and Rectal Intussusception with a High Volume Stapler (TST STARR-plus). *Techniques in Coloproctology*, 22(1): 53–58. doi: 10.1007/s10151-017-1696-7.
- Oleinik N.V., Krivchikova A.P., Yarosh A.L., Bratishcheva N.N., Alenicheva M.S. 2023. Prevention of Dyspareunia when Performing Transvaginal Rectocele Correction. *International Research Journal*, 1(127): e1–e7. URL: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.127.155> <https://cyberleninka.ru/article/n/prevention-of-dyspareunia-when-performing-transvaginal-rectocele-correction/viewer>
- Reddy R.A., Cortessis V., Dancz C., Klutke J., Stanczyk F.Z. 2020. Role Of Sex Steroid Hormones In Pelvic Organ Prolapse. *Menopause*, 27(8): 941–951. doi: 10.1097/GME.0000000000001546.
- Röhrnbauer B., Betschart C., Perucchini D., Bajka M., Fink D., Maake C., Mazza E., Scheiner D.A. 2017. Measuring Tissue Displacement of the Anterior Vaginal Wall Using the Novel Aspiration Technique in vivo. *Scientific Reports*, 7(1): 16141: 1–8. doi: 10.1038/s41598-017-16083-0.
- Sákra L., J Šiller J. 2017. Obstructed Defecation Syndrome – Review Article. *Rozhledy v chirurgic: měsíčník Československé chirurgické společnosti*, 96(6): 247–251 (in Czech).
- Salto L.G., Criado J.M., Hoyo L.F.A., Velasco L.G., Rivas P.F., Paradela M.M., Vacas M.I.D.P., Sanz A.G.M., Moreno E.F. 2014. MR Imaging-Based Assessment of the Female Pelvic Floor. *Radiographics*, 34(5): 1417–1439. doi: 10.1148/rg.345140137.
- Shafaat S., Mangir N., Chapple C., MacNeil S., Hearnden V. *Neurourol Urodyn*. 2022. A Physiologically Relevant, Estradiol-17 $\beta$  [E2]-responsive in vitro Tissue-Engineered Model of the Vaginal Epithelium for Vaginal Tissue Research. *Neurourology and Urodynamics*, 41(4): 905–917. doi: 10.1002/nau.24908
- Sharma A., Rao S.S.C. 2020. Epidemiologic Trends and Diagnostic Evaluation of Fecal Incontinence. *Gastroenterology & Hepatology (NY)*, 16(6): 302–309.
- Shull B.L. 1999. Pelvic Organ Prolapse: Anterior, Superior, and Posterior Vaginal Segment Defects. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, 181(1): 6–11. doi: 10.1016/s0002-9378(99)70427-8.
- Sousa M.S., Peate M., Jarvis S., Hickey M., Friedlander M. 2017. A Clinical Guide to the Management of Genitourinary Symptoms in Breast Cancer Survivors on Endocrine Therapy. *Therapeutic Advances in Medical Oncology*, 9(4): 269–285. doi: 10.1177/1758834016687260



- Spring L.M., Gupta A., Reynolds K.L., Gadd M.A., Ellisen L.W., Isakoff S.J., Moy B., Bardia A. 2016. Neoadjuvant Endocrine Therapy For Estrogen Receptor-Positive Breast Cancer: A Systematic Review and Meta-Analysis. *JAMA Oncology*, 2(11): 1477–1486. doi: 10.1001/jamaoncol.2016.1897.
- Trayes K.P., Cokenakes S.E.H. 2021. Breast Cancer Treatment. *American Family Physician*, 104(2): 171–178.
- Waks A.G., Winer E.P. 2019. Breast Cancer Treatment: A Review. *JAMA*, 321 (3): 288–300. doi: 10.1001/jama.2018.19323.
- Whitehead W.E., Simren M., Busby-Whitehead J., Heymen S., van Tilburg M.A.L., Sperber A.D., Palsson O.S. 2020. Fecal Incontinence Diagnosed by the Rome IV Criteria in the United States, Canada, and the United Kingdom. *Clinical Gastroenterology and Hepatology*, 18(2): 385–391. doi: 10.1016/j.cgh.2019.05.040.
- Xu Z.P., Sun G.D., Chen Y.G., Shao W.J. 2023. Surgical Treatment of Fecal incontinence. *Zhonghua Wei Chang Wai Ke Za Zhi = Chinese Journal of Gastrointestinal Surgery*, 26(12): 1132–1137. doi: 10.3760/cma.j.cn441530-20230822-00062 (in Chinese).

**Конфликт интересов:** о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

**Conflict of interest:** no potential conflict of interest related to this article was reported.

Поступила в редакцию 26.12.2023

Поступила после рецензирования 02.02.2024

Принята к публикации 25.05.2024

Received December 26, 2023

Revised February 02, 2024

Accepted May 25, 2024

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Кривчикова Арина Петровна**, кандидат медицинских наук, доцент кафедры госпитальной хирургии, Белгородский государственный национальный исследовательский университет; заведующая отделением опухолей молочной железы и кожи, Белгородский областной онкологический диспансер, г. Белгород, Россия

[ORCID: 0000-0002-5686-5201](https://orcid.org/0000-0002-5686-5201)

**Ярош Андрей Леонидович**, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой госпитальной хирургии, Белгородский государственный национальный исследовательский университет; врач-хирург, Белгородская областная клиническая больница Святителя Иоасафа, г. Белгород, Россия

[ORCID: 0000-0003-3574-7887](https://orcid.org/0000-0003-3574-7887)

**Олейник Наталья Витальевна**, доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры госпитальной хирургии, Белгородский государственный национальный исследовательский университет; врач-колопроктолог, Белгородская областная клиническая больница Святителя Иоасафа, г. Белгород, Россия

[ORCID: 0000-0003-1390-073X](https://orcid.org/0000-0003-1390-073X)

## INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Arina P. Krivchikova**, Candidate of Sciences in Medicine, Associate Professor of the Department of Hospital Surgery, Belgorod State National Research University; Head of the Department of Breast and Skin Tumors, Belgorod Regional Oncology Hospital, Belgorod, Russia

**Andrey L. Yarosh**, Doctor of Sciences in Medicine, Professor, Head of the Department of Hospital Surgery, Belgorod State National Research University; Surgeon of the Belgorod Regional Clinical Hospital of St. Joseph, Belgorod, Russia

**Natalia V. Oleynik**, Doctor of Sciences in Medicine, Professor, Professor of the Department of Hospital Surgery, Belgorod State National Research University; Coloproctologist, Belgorod Regional Clinical Hospital of St. Joseph, Belgorod, Russia



**Солошенко Александр Валентинович**, доктор медицинских наук, профессор кафедры госпитальной хирургии, Белгородский государственный национальный исследовательский университет; врач-хирург, заведующий хирургическим отделением, Белгородская областная клиническая больница Святителя Иоасафа, г. Белгород, Россия

 [ORCID: 0000-0002-8543-3723](https://orcid.org/0000-0002-8543-3723)

**Aleksandr V. Soloshenko**, Doctor of Sciences in Medicine, Professor of the Department of Hospital Surgery, Belgorod State National Research University; Surgeon, Head of the Surgical Department, Belgorod Regional Clinical Hospital of St. Joseph, Belgorod, Russia

**Братищева Наталья Николаевна**, кандидат медицинских наук, доцент кафедры госпитальной хирургии, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

 [ORCID: 0000-0001-8522-5468](https://orcid.org/0000-0001-8522-5468)

**Natalia N. Bratisheva**, Candidate of Sciences in Medicine, Associate Professor of the Department of Hospital Surgery, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia

**Присяжнюк Евгений Игоревич**, врач-хирург, Белгородская областная клиническая больница Святителя Иоасафа, г. Белгород, Россия

 [ORCID: 0000-0003-3483-1155](https://orcid.org/0000-0003-3483-1155)

**Evgeny I. Prisyazhnyuk**, Surgeon, Belgorod Regional Clinical Hospital of St. Joseph, Belgorod, Russia

**Аленичева Марина Сергеевна**, кандидат медицинских наук, врач-колопроктолог, Диагностический центр № 3 Департамента здравоохранения г. Москвы, г. Москва, Россия

 [ORCID: 0000-0003-2284-3642](https://orcid.org/0000-0003-2284-3642)

**Marina S. Alenicheva**, Candidate of Sciences in Medicine, Coloproctologist, Diagnostic Center No. 3 of the Moscow Department of Health, Moscow, Russia

УДК 617.55-089.844

DOI 10.52575/2687-0940-2024-47-3-381-387

Оригинальное исследование

## Ранние и отдаленные результаты профилактики абдоминального компартмент-синдрома у пациентов с W3 вентральными грыжами

Цуканов А.В. , Иванов И.С. , Абрамова А.Е.

Курский государственный медицинский университет,  
Россия, 305041, Курская область, г. Курск, ул. К. Маркса, 3  
E-mail: [tsandrej@yandex.ru](mailto:tsandrej@yandex.ru)

**Аннотация.** Разработка способов профилактики абдоминального компартмент-синдрома имеет важное значение у пациентов с вентральными грыжами с большими дефектами передней брюшной стенки и потерей домена. Целью исследования был анализ результатов хирургического лечения пациентов с грыжами передней брюшной стенки с размером грыжевых ворот больше 10 см. До операции 71 пациенту по разработанной новой методике был выполнен расчет оптимального размера имплантата, необходимого для профилактики компартмент-синдрома. После чего пациентам были выполнены герниопластики с расположением герниоимплантата за мышцами передней брюшной стенки, с вшиванием его в края дефекта разработанным авторами комбинированным способом. В группах с ненатяжной герниопластикой развитие компартмент-синдрома не отмечалось. Полученные результаты свидетельствуют об эффективности разработанных способов профилактики абдоминального компартмент-синдрома и преимуществе ненатяжных методов герниопластики перед натяжными методами у пациентов с W3 шириной дефекта передней брюшной стенки.

**Ключевые слова:** грыжи передней брюшной стенки, абдоминальный компартмент-синдром, W3 грыжа, герниопластика, sublay, inlay

**Для цитирования:** Цуканов А.В., Иванов И.С., Абрамова А.Е. 2024. Ранние и отдаленные результаты профилактики абдоминального компартмент-синдрома у пациентов с W3 вентральными грыжами. *Актуальные проблемы медицины*, 47(3): 381–387. DOI: 10.52575/2687-0940-2024-47-3-381-387

**Финансирование:** работа выполнена без внешних источников финансирования

## Early and Long-Term Results of Prevention of Abdominal Compartment Syndrome in Patients with W3 Ventral Hernia

Andrey V. Tsukanov , Ilya S. Ivanov , Anastasia E. Abramova

Kursk State Medical University,  
3 Karl Marks St., Kursk 305041, Kursk region, Russia  
E-mail: [tsandrej@yandex.ru](mailto:tsandrej@yandex.ru)

**Abstract.** Abdominal compartment syndrome is a severe pathology requiring special preventive and treatment measures. The development of methods for the prevention of abdominal compartment syndrome is important in patients with W3 ventral hernias and loss of the domain. The study analyzed the results of treatment of 71 patients with W3 hernias of the anterior abdominal wall. Before surgery, all patients were calculated the size of the hernia implant necessary for the prevention of compartment syndrome. To calculate the size of the required hernia implant, radiography, ultrasonography and anthropometric data of the patient were used. The patients underwent hernioplasty with sublay, inlay and, developed by the authors, in a combined method. In the groups with inlay and combined method hernioplasty, the development of



compartment syndrome was not observed. The combination of the developed methods of preoperative calculation of the hernia implant and the combined method of hernioplasty showed a low number of early and late postoperative complications, the same as in other study groups. The results obtained indicate the effectiveness of the developed methods for the prevention of abdominal compartment syndrome.

**Keywords:** hernia of the anterior abdominal wall, abdominal compartment syndrome, W3 hernia, hernioplasty, sublay, inlay

**For citation:** Tsukanov A.V., Ivanov I.S., Abramova A.E. 2024. Early and Long-Term Results of Prevention of Abdominal Compartment Syndrome in Patients with W3 Ventral Hernia. *Challenges in Modern Medicine*, 47(3): 381–387 (in Russian). DOI: 10.52575/2687-0940-2024-47-3-381-387

**Funding:** The work was carried out without external sources of funding.

## Введение

Профилактика абдоминального компартмент-синдрома (АКС) имеет важное значение в лечении пациентов с грыжами передней брюшной стенки с большими грыжевыми воротами и потерей домена, так как после удаления грыжевого мешка и возврата содержимого его в брюшную полость происходит увеличение объема брюшной полости, а выполнение натяжной герниопластики может приводить к молниеносному повышению внутрибрюшного давления до уровня более 20 мм рт. ст. и возникновению полиорганной недостаточности. Все эти факторы в совокупности называют абдоминальным компартмент-синдромом [Parker et al., 2019; Pereira, 2019; Maffongelli et al., 2020; Montalvo-Jave et al., 2020; De Waele, 2022; Caruso et al., 2023].

Одним из безопасных и эффективных методов предоперационной профилактики АКС в лечении послеоперационных грыж с потерей домена является предоперационный прогрессирующий пневмоперитонеум (ППП), предложенный в 1947 г. Морено, но нет единого мнения о количестве газа, который должен быть закачан в брюшную полость [Elstner et al., 2021]. В 2010 г. бразильский хирург E.Y. Tanaka с соавторами [Tanaka et al., 2010] предложил методику расчета количества газа, необходимого для проведения пневмоперитонеума с использованием компьютерной томографии брюшной полости, которую стали применять хирурги из других стран [Al Sadairi et al., 2022]. Для расчета объемов брюшной полости и грыжевого мешка использовалась разработанная авторами формула. Прогрессирующий пневмоперитонеум проводился силиконовым катетером, размещенным в верхней части живота. После достижения необходимого объема проводилось оперативное лечение. В среднем требовалось 10 сеансов ППП для достижения нужного количества газа.

Bueno-Lledó J. с соавторами [Bueno-Lledó et al., 2020; 2023] применял дооперационный прогрессирующий пневмоперитонеум с инъекциями ботулотоксина типа А в переднюю брюшную стенку для профилактики компартмент-синдрома у пациентов по поводу грыж с потерей домена. В 2020 году они опубликовали результаты обследования первых 100 пациентов и в 2023 – результаты обследования 180 пациентов, которым применяли их методику. Однако и у этих пациентов отмечалось развитие осложнений ППП в 26,6 % случаев.

Многие авторы – как российские, так и зарубежные, – утверждают, что профилактика является лучшим способом предупреждения возникновения АКС у пациентов с большим дефектом передней брюшной стенки, куда выходит грыжевой мешок [Самарцев и др., 2020; Parker et al., 2019; Rajasurya, Surani, 2020]. Абдоминальный компартмент-синдром у пациентов с вентральными грыжами является серьезным осложнением, которое в ряде случаев может привести к летальному исходу [De Laet et al., 2020; Kimball, 2021; Lewis et al., 2021], поэтому создание новых способов профилактики абдоминального компартмент-синдрома является актуальной проблемой.

Целью исследования являлось улучшение результатов профилактики абдоминального компартмент-синдрома у пациентов с W3 вентральными грыжами.

### Объекты и методы исследования

71 пациенту в возрасте от 35 до 76 лет с послеоперационными вентральными грыжами и размером дефекта передней брюшной стенки, равным 10 см или более, которые были госпитализированы в отделение общей хирургии Курской областной многопрофильной клинической больницы в период с 2010 по 2021 гг., на основании антропометрических данных, рентгенографических и ультразвукографических исследований перед операцией выполняли расчет оптимального размера герниоимплантата для профилактики компартмент-синдрома [Патент РФ № 2559271] [Лазаренко и др., 2015]. Этот способ позволяет рассчитать ширину имплантата между краями дефекта апоневроза, необходимого для избегания повышения внутрибрюшного давления. В сравнении с другими ранее предложенными способами в разработанном способе нет необходимости использования компьютерной томографии для профилактики развития компартмент-синдрома. На основании методики расчета герниоимплантата 26 пациентам 1 группы была выполнена натяжная герниопластика полипропиленовым герниоимплантатом с ретромультикулярным его расположением, пациентам 2 группы (34 человека) герниоимплантат вшивался в края дефекта и 11 пациентам 3 группы была выполнена операция комбинированным способом герниопластики, разработанным на кафедре хирургических болезней № 1 Курского государственного медицинского университета [Патент РФ № 2615725] [Иванов и др., 2017]. Во второй и третьей группе пациентов использовался полипропиленовый имплантат с покрытием из регенерированной окисленной целлюлозы и растворимого полидиоксана. В комбинированном способе, который использовался в 3 группе, выполнялась фиксация двух имплантатов с регенерированной окисленной целлюлозой и растворимым полидиоксаном вокруг прямых мышц, что позволяло создавать нужную ширину диастаза между мышцами в виде дубликатуры имплантатов. Также использование имплантатов с таким покрытием позволяло не ограничивать органы брюшной полости от них, в отличие от других способов, где требуется сшивание задних листов апоневроза или брюшины, что может вызвать повышение внутрибрюшного давления. В раннем и отдаленном послеоперационном периоде – через 1 и 2 года после оперативного вмешательства – всем пациентам выполнялось их анкетирование (по разработанной анкете [Цуканов и др., 2020]) для изучения отдаленных результатов лечения. Анализ полученных результатов проводился при помощи программы Statistica. Переменные сравнивались с использованием критерия хи-квадрат,  $p < 0,05$  считалось статистически значимым.

### Результаты и их обсуждение

В раннем послеоперационном периоде у трех пациентов 1 группы развился абдоминальный компартмент-синдром. Двум пациентам были выполнены повторные операции с корректирующей герниопластикой для уменьшения внутрибрюшного давления. Послеоперационный период после повторных операций у этих 2 пациентов протекал без осложнений, они были выписаны в удовлетворительном состоянии. Третьей пациентке, у которой развился АКС, повторная операция не проводилась, так как молниеносно стали нарастать дыхательная, печеночная, почечная и сердечно-сосудистая недостаточности, что привело к летальному исходу. Анализ результатов опроса через 2 года после герниопластик в исследуемых группах показал, что рецидив грыжи в первой группе пациентов развился у трех пациентов, серома – у 8 пациентов и лигатурный свищ – у 2 пациентов. Гематом послеоперационной раны, некроза кожи у пациентов этой группы не было.

При анализе результатов анкетирования 2 и 3 группы развития компартмент-синдрома не наблюдалось. Во 2 группе образование серомы послеоперационной раны было отмечено у 4 пациентов, лигатурные свищи развились у 3 пациентов. Гематома послеоперационной раны, некроз кожи встречались по 1 случаю. У двух пациентов (4,4 %) 2 и 3 группы отмечался рецидив вентральной грыжи, что было связано, как отмечали пациенты, с тяжелым физическим трудом (табл. 1). Учитывая отсутствие развития компартмент-синдрома в группах с ненатяжной герниопластикой, можно говорить о преимуществе этих методик перед натяжной герниопластикой у пациентов с шириной дефекта более 10 см.



Таблица 1  
Table 1

Результаты лечения исследуемых пациентов  
Treatment results for study patients

|                                        | Группа 1<br>n = 26 | Группа 2<br>n = 34 | Группа 3<br>n = 11 | Критерий<br>Хи-квадрат* | p *   |
|----------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------------|-------|
| Компартмент-синдром (n, %)             | 3 (11,54 %)        | 0                  | 0                  | 5,421                   | 0,045 |
| Рецидив грыжи (n, %)                   | 3 (11,54 %)        | 1 (2,94 %)         | 1 (9,09 %)         | 1,267                   | 0,348 |
| Серома послеоперационной раны (n, %)   | 8 (30,77 %)        | 4 (11,76 %)        | 2 (18,18 %)        | 3,165                   | 0,119 |
| Лигатурный свищ (n, %)                 | 1 (3,85 %)         | 3 (8,82 %)         | 1 (9,09 %)         | 0,640                   | 0,645 |
| Гематома послеоперационной раны (n, %) | 0                  | 1 (2,94 %)         | 1 (9,09 %)         | 1,189                   | 0,529 |
| Некроз кожи (n, %)                     | 0                  | 1 (2,94 %)         | 0                  | 0,586                   | 1,000 |
| Летальные исходы (n, %)                | 1 (3,85 %)         | 0                  | 0                  | 1,755                   | 0,366 |

Примечание\* – в сравнении с натяжными (1 группа) и ненатяжными методами герниопластики (2, 3 группа).

По результатам анкетирования пациентов, 50 пациентов (70,4 %) после оперативного лечения отмечали значительное улучшение самочувствия, умеренное – 16 (22,5 %), слабое – 5 (7,1 %) человек. Оценка качества жизни после лечения пациентов в 3 группах исследования показала, что 8 (11,3 %) человек оценили его как отличное, 50 (70,4 %) человек – как хорошее. Удовлетворительное качество жизни отмечали 11 (15,5 %) пациентов, плохое – 2 (2,8 %) пациента. Плохое качество жизни отметили пациенты 1 группы, у которых развился рецидив грыжи. Также эти 2 пациента отметили, что рецидив возник после тяжелой физической нагрузки.

Через 1 год после оперативного лечения 8 (11,3 %) человек испытывали полное ограничение подвижности при физических нагрузках, небольшое ограничение – 21 (29,5 %) и не испытывали ограничений 42 (59,2 %) человека. На вопрос о болезненных ощущениях в области послеоперационного рубца 56 (78,8 %) человек ответили, что боли не возникали и 15 (21,2 %) человек отмечали периодические возникающие боли. Наиболее частой причиной возникновения болезненных ощущений в области послеоперационного рубца была физическая нагрузка 73,3 %. Также было отмечено, что боли возникали при наклонах и длительной ходьбе в 6,7 %, при натуживании – 13,3 % и сидячем положении – 6,7 %.

### Заключение

Полученные результаты показывают, что даже без применения компьютерной томографии и проведения предоперационного пневмоперитонеума [Elstner et al., 2021] можно избежать развития компартмент-синдрома у пациентов с грыжами и большим дефектом передней брюшной стенки, используя дооперационный расчет необходимого размера герниоимплантата по разработанной методике. Сочетание разработанных методов дооперационного расчета герниоимплантата и комбинированного способа герниопластики показали низкое число ранних и поздних послеоперационных осложнений – так же, как и в других исследуемых группах. Также можно отметить, что в группах с ненатяжными методами герниопластики (группа 2 и 3) развития АКС достоверно не наблюдалось.

Таким образом, после выполненных операций во 2 и 3 группе была отмечена пациентами высокая оценка качества жизни, а достоверное отсутствие развития абдоминального компартмент-синдрома в этих группах может говорить о эффективности методики дооперационного расчета оптимального размера имплантата и комбинированного способа герниопластики для профилактики компартмент-синдрома у пациентов с шириной дефекта передней брюшной стенки более 10 см.

### Список литературы

- Иванов С.В., Иванов И.С., Цуканов А.В., Голиков А.В., Горбачева О.С., Тарабрин Д.В. 2017. Способ протезирования передней брюшной стенки для профилактики развития компартмент-синдрома. Патент РФ № 2615725. Бюл. 4.
- Лазаренко В.А., Иванов С.В., Иванов И.С., Цуканов А.В. 2015. Профилактика компартмент-синдрома при пластике у больных с вентральными грыжами. Курский научно-практический вестник «Человек и его здоровье» 2: 35–37.
- Самарцев В.А., Гаврилов В.А., Пушкарев Б.С. 2020. Синдром интраабдоминальной гипертензии: современное состояние проблемы. Хирургическая практика, 2: 35–42. doi:10.38181/2223-2427-2020-2-35-42
- Цуканов А.В., Иванов С.В., Иванов И.С., Пономарева И.В., Голоденко А.А., Гончарова А.С. 2020. Анализ результатов лечения после профилактики компартмент-синдрома у пациентов с W3 грыжами передней брюшной стенки. Современные проблемы науки и образования, 4. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=29985> (дата обращения: 27 мая 2024).
- Al Sadairi A.R., Durtette-Guzylack J., Renard A., Durot C., Thierry A., Kianmanesh R., Passot G., Renard Y.A. 2022. A Simplified Method to Evaluate the Loss of Domain. Hernia: 1–10. doi: 10.1007/s10029-021-02474-w
- Bueno-Lledó J., Carreño-Saenz O., Torregrosa-Gallud A., Pous-Serrano S. 2020. Preoperative Botulinum Toxin and Progressive Pneumoperitoneum in Loss of Domain Hernias – Our First 100 Cases. Frontiers in Surgery, 7: 3. doi: 10.3389/fsurg.2020.00003
- Bueno-Lledó J., Martínez-Hoed J., Bonafé-Diana S., García-Pastor P., Torregrosa-Gallud A., Pareja-Ibars V., Carreño-Sáenz O., Pous-Serrano S. 2023. Complications Related to the Prehabilitation with Preoperative Pneumoperitoneum in Loss Of Domain Hernias: Our Experience in 180 Consecutive Cases. Hernia : 1–8. doi: 10.1007/s10029-023-02836-6
- Caruso M., Rinaldo C., Iacobellis F., Dell'Aversano Orabona G., Grimaldi D., Di Serafino M., Schillirò M.L., Verde F., Sabatino V., Camillo C., Ponticiello G., Romano L. 2023. Abdominal Compartment Syndrome: What Radiologist Needs to Know. La Radiologia medica, 128(12): 1447–1459. doi: 10.1007/s11547-023-01724-4
- De Laet I.E., Malbrain M.L.N.G., De Waele J.J.A. 2020. Clinician's Guide to Management of Intra-abdominal Hypertension and Abdominal Compartment Syndrome in Critically Ill Patients. Critical care. 24(1): 97. doi: 10.1186/s13054-020-2782-1
- De Waele J.J. 2022. Intra-Abdominal Hypertension and Abdominal Compartment Syndrome. Current Opinion in Critical Care, 1; 28(6): 695–701. doi: 10.1097/MCC.0000000000000991
- Elstner K.E., Moollan Y., Chen E., Jacombs A.S.W., Rodriguez-Acevedo O., Ibrahim N., Ho-Shon K., Magnussen J., Read J.W. 2021. Preoperative Progressive Pneumoperitoneum Revisited. Frontiers in Surgery, 8: 754543. doi: 10.3389/fsurg.2021.754543
- Kimball E.J. 2021. Intra-Abdominal Hypertension and Abdominal Compartment Syndrome: A Current Review. Current Opinion in Critical Care, 27(2): 164–168. doi: 10.1097/MCC.0000000000000797
- Lewis M., Benjamin E.R., Demetriades D. 2021. Intra-Abdominal Hypertension and Abdominal Compartment Syndrome. Current Problems in Surgery, 58(11): 100971. doi: 10.1016/j.cpsurg.2021.100971
- Maffongelli A., Fazzotta S., Palumbo V.D., Damiano G., Buscemi S., Maione C., Lo Monte A.I. 2020. Abdominal Compartment Syndrome: Diagnostic Evaluation and Possible Treatment. La Clinica terapeutica, 171(2): e156-e160. doi: 10.7417/CT.2020.2206
- Montalvo-Jave E.E., Espejel-Deloiza M., Chernitzky-Camaño J., Peña-Pérez C.A., Rivero-Sigarroa E., Ortega-León L.H. 2020. Abdominal Compartment Syndrome: Current Concepts and Management. Rev. Gastroenterol. Mex. (Engl. Ed.), 85 (4): 443–451. doi: 10.1016/j.rgmx.2020.03.003
- Parker S.G., Halligan S., Blackburn S., Plumb A.A.O., Archer L., Mallett S., Windsor A.C.J. 2019. What Exactly is Meant by “Loss of Domain” for Ventral Hernia? Systematic Review of Definitions. World Journal of Surgery, 43: 396–404. doi: 10.1007/s00268-018-4783-7
- Parker S.G., Halligan S., Liang M.K., Muysoms F.E., Adrales G.L., Boutall A., de Beaux A.C., Dietz U.A., Divino C.M., Hawn M.T., Heniford T.B., Hong J.P., Ibrahim N., Itani K.M.F., Jorgensen L.N., Montgomery A., Morales-Conde S., Renard Y., Sanders D.L., Smart N.J., Torkington J.J.,



- Windsor A.C.J. 2020. Definitions for Loss of Domain: An International Delphi Consensus of Expert Surgeons. *World Journal of Surgery*, 44: 1070–1078. doi: 10.1007/s00268-019-05317-z
- Pereira B.M. 2019. Abdominal Compartment Syndrome and Intra-Abdominal Hypertension. *Current Opinion in Critical Care*, 25(6): 688–696. doi: 10.1097/MCC.0000000000000665
- Rajasurya V., Surani S. 2020. Abdominal Compartment Syndrome: Often Overlooked Conditions in Medical Intensive Care Units. *World Journal of Gastroenterology*. 26(3): 266–278. doi: 10.3748/wjg.v26.i3.266
- Tanaka E.Y., Yoo J.H., Rodrigues A.J. Jr., Utiyama E.M., Birolini D., Rasslan S. 2010. A Computerized Tomography Scan Method for Calculating the Hernia Sac and Abdominal Cavity Volume in Complex Large Incisional Hernia with Loss of Domain. *Hernia*, 14: 63–69. doi: 10.1007/s10029-009-0560-8

## References

- Ivanov S.V., Ivanov I.S., Tsukanov A.V., Golikov A.V., Gorbacheva O.S., Tarabrin D.V. 2017. Spособ protezirovaniya perednej bryushnoj stenki dlya profilaktiki razvitiya kompartment sindroma. [Method of Prosthetics of the Anterior Abdominal Wall to Prevent the Development of Compartment Syndrome]. Patent RF No. 2615725. Bull. 4.
- Lazarenko V.A., Ivanov S.V., Ivanov I.S., Tsukanov A.V. 2015. Profilaktika kompartment-sindroma pri plastike u bol'nykh s ventral'nymi gryzhami [Prevention of Compartment Syndrome in Patients with Plastic of Ventral Hernias]. *Kurskij nauchno-prakticheskij vestnik «Chelovek i ego zdorov'e»*, 2: 35–37.
- Samarcev V.A., Gavrilov V.A., Pushkarev B.S. 2020. Sindrom intraabdominal'noj gipertenzii: sovremennoe sostoyanie problemy [Intra-Abdominal Hypertension Syndrome: Current State of the Problem]. *Hirurgicheskaya praktika*, 2: 35–42. doi:10.38181/2223-2427-2020-2-35-42
- Tsukanov A.V., Ivanov S.V., Ivanov I.S., Ponomareva I.V., Golodenko A.A., Goncharova A.S. 2020. Analiz rezul'tatov lecheniya posle profilaktiki kompartment-sindroma u pacientov s W3 gryzhami perednej bryushnoj stenki [Analysis of Treatment Results After Prevention of Compartment Syndrome in Patients with W3 Hernias of the Anterior Abdominal Wall]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*, 4. Available at: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=29985> (accessed 27 May 2024).
- Al Sadairi A.R., Durtette-Guzylack J., Renard A., Durot C., Thierry A., Kianmanesh R., Passot G., Renard Y.A. 2022. A Simplified Method to Evaluate the Loss of Domain. *Hernia*: 1–10. doi: 10.1007/s10029-021-02474-w
- Bueno-Lledó J., Carreño-Saenz O., Torregrosa-Gallud A., Pous-Serrano S. 2020. Preoperative Botulinum Toxin and Progressive Pneumoperitoneum in Loss of Domain Hernias – Our First 100 Cases. *Frontiers in Surgery*, 7: 3. doi: 10.3389/fsurg.2020.00003
- Bueno-Lledó J., Martínez-Hoed J., Bonafé-Diana S., García-Pastor P., Torregrosa-Gallud A., Pareja-Ibars V., Carreño-Sáenz O., Pous-Serrano S. 2023. Complications Related to the Prehabilitation with Preoperative Pneumoperitoneum in Loss Of Domain Hernias: Our Experience in 180 Consecutive Cases. *Hernia* : 1–8. doi: 10.1007/s10029-023-02836-6
- Caruso M., Rinaldo C., Iacobellis F., Dell'Aversano Orabona G., Grimaldi D., Di Serafino M., Schillirò M.L., Verde F., Sabatino V., Camillo C., Ponticiello G., Romano L. 2023. Abdominal Compartment Syndrome: What Radiologist Needs to Know. *La Radiologia medica*, 128(12): 1447–1459. doi: 10.1007/s11547-023-01724-4
- De Laet I.E., Malbrain M.L.N.G., De Waele J.J.A. 2020. Clinician's Guide to Management of Intra-abdominal Hypertension and Abdominal Compartment Syndrome in Critically Ill Patients. *Critical care*. 24(1): 97. doi: 10.1186/s13054-020-2782-1
- De Waele J.J. 2022. Intra-Abdominal Hypertension and Abdominal Compartment Syndrome. *Current Opinion in Critical Care*, 1; 28(6): 695–701. doi: 10.1097/MCC.0000000000000991
- Elstner K.E., Moollan Y., Chen E., Jacombs A.S.W., Rodriguez-Acevedo O., Ibrahim N., Ho-Shon K., Magnussen J., Read J.W. 2021. Preoperative Progressive Pneumoperitoneum Revisited. *Frontiers in Surgery*, 8: 754543. doi: 10.3389/fsurg.2021.754543
- Kimball E.J. 2021. Intra-Abdominal Hypertension and Abdominal Compartment Syndrome: A Current Review. *Current Opinion in Critical Care*, 27(2): 164–168. doi: 10.1097/MCC.0000000000000797
- Lewis M., Benjamin E.R., Demetriades D. 2021. Intra-Abdominal Hypertension and Abdominal Compartment Syndrome. *Current Problems in Surgery*, 58(11): 100971. doi: 10.1016/j.cpsurg.2021.100971



- Maffongelli A., Fazzotta S., Palumbo V.D., Damiano G., Buscemi S., Maione C., Lo Monte A.I. 2020. Abdominal Compartment Syndrome: Diagnostic Evaluation and Possible Treatment. *La Clinica terapeutica*, 171(2): e156-e160. doi: 10.7417/CT.2020.2206
- Montalvo-Jave E.E., Espejel-Deloiza M., Chernitzky-Camaño J., Peña-Pérez C.A., Rivero-Sigarroa E., Ortega-León L.H. 2020. Abdominal Compartment Syndrome: Current Concepts and Management. *Rev. Gastroenterol. Mex. (Engl. Ed.)*, 85 (4): 443–451. doi: 10.1016/j.rgmx.2020.03.003
- Parker S.G., Halligan S., Blackburn S., Plumb A.A.O., Archer L., Mallett S., Windsor A.C.J. 2019. What Exactly is Meant by “Loss of Domain” for Ventral Hernia? Systematic Review of Definitions. *World Journal of Surgery*, 43: 396–404. doi: 10.1007/s00268-018-4783-7
- Parker S.G., Halligan S., Liang M.K., Muysoms F.E., Adrales G.L., Boutall A., de Beaux A.C., Dietz U.A., Divino C.M., Hawn M.T., Heniford T.B., Hong J.P., Ibrahim N., Itani K.M.F., Jorgensen L.N., Montgomery A., Morales-Conde S., Renard Y., Sanders D.L., Smart N.J., Torkington J.J., Windsor A.C.J. 2020. Definitions for Loss of Domain: An International Delphi Consensus of Expert Surgeons. *World Journal of Surgery*, 44: 1070–1078. doi: 10.1007/s00268-019-05317-z
- Pereira B.M. 2019. Abdominal Compartment Syndrome and Intra-Abdominal Hypertension. *Current Opinion in Critical Care*, 25(6): 688–696. doi: 10.1097/MCC.0000000000000665
- Rajasurya V., Surani S. 2020. Abdominal Compartment Syndrome: Often Overlooked Conditions in Medical Intensive Care Units. *World Journal of Gastroenterology*. 26(3): 266–278. doi: 10.3748/wjg.v26.i3.266
- Tanaka E.Y., Yoo J.H., Rodrigues A.J. Jr., Utiyama E.M., Birolini D., Rasslan S. 2010. A Computerized Tomography Scan Method for Calculating the Hernia Sac and Abdominal Cavity Volume in Complex Large Incisional Hernia with Loss of Domain. *Hernia*, 14: 63–69. doi: 10.1007/s10029-009-0560-8

**Конфликт интересов:** о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

**Conflict of interest:** no potential conflict of interest related to this article was reported.

Поступила в редакцию 18.01.2024

Поступила после рецензирования 06.06.2024

Принята к публикации 03.08.2024

Received January 18, 2024

Revised June 06, 2024

Accepted August 03, 2024

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Цуканов Андрей Викторович**, кандидат медицинских наук, доцент кафедры хирургических болезней № 1, Курский государственный медицинский университет, г. Курск, Россия

[ORCID: 0000-0001-7578-6835](https://orcid.org/0000-0001-7578-6835)

**Иванов Илья Сергеевич**, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой хирургических болезней № 1, Курский государственный медицинский университет, г. Курск, Россия

[ORCID: 0000-0003-4408-961X](https://orcid.org/0000-0003-4408-961X)

**Абрамова Анастасия Евгеньевна**, студентка 6 курса лечебного факультета, Курский государственный медицинский университет, г. Курск, Россия

[ORCID: 0009-0002-2032-9439](https://orcid.org/0009-0002-2032-9439)

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Andrey V. Tsukanov**, Candidate of Sciences in Medicine, Associate Professor of the Department of Surgical Diseases No. 1, Kursk State Medical University, Kursk, Russia

**Ilya S. Ivanov**, Doctor of Sciences in Medicine, Professor, Head of Department of Surgical Diseases No. 1, Kursk State Medical University, Kursk, Russia

**Anastasia E. Abramova**, 6th Year Student of the Faculty of Medicine, Kursk State Medical University, Kursk, Russia



УДК 616-006.32:616.381  
DOI 10.52575/2687-0940-2024-47-3-388-398  
Клинический случай

## Трудности диагностики мезотелиомы брюшины (редкий клинический случай)

Романов М.Д.<sup>1</sup> , Давыдкин В.И.<sup>1</sup> , Киреева Е.М.<sup>1,2</sup>

<sup>1)</sup> Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва,  
Россия, Республика Мордовия, 430005, г. Саранск, ул. Большевистская, д. 68;

<sup>2)</sup> Республиканская клиническая больница № 4,  
Россия, Республика Мордовия, 430032, г. Саранск, ул. Ульянова, д. 32  
E-mail: [mdromanov@yandex.ru](mailto:mdromanov@yandex.ru)

**Аннотация.** Цель. Обратить внимание хирургов, ангиохирургов, инфекционистов и онкологов на нестандартные предикторы развития злокачественной мезотелиомы брюшины и особенности её диагностики. Представлены анализ публикаций по диагностике мезотелиомы брюшины и собственное клиническое наблюдение с необычным дебютом заболевания: шейная лимфаденопатия, тромбоз ветвей верхней полой вены, двухсторонний экссудативный плеврит. Анализ результатов ультразвукового исследования, мультиспиральной компьютерной томографии области шеи, органов грудной, брюшной полостей и малого таза с внутривенным болюсным контрастированием (МСКТАГ), позитронно-эмиссионной томографии, совмещенной с компьютерной томографией (ПЭТ/КТ), эндовидеолапароскопии с гистологическим и иммуногистохимическим исследованиями биоптатов брюшины с использованием антител мезотелиальной линии и эпителиальных маркеров позволил уточнить диагноз.

**Ключевые слова:** мезотелиома брюшины, нестандартные предикторы развития, МСКТАГ, ПЭТ/КТ, эндовидеолапароскопия, иммуногистохимия биоптатов брюшины

**Для цитирования:** Романов М.Д., Давыдкин В.И., Киреева Е.М. 2024. Трудности диагностики мезотелиомы брюшины (редкий клинический случай). *Актуальные проблемы медицины*, 47(3): 388–398. DOI: 10.52575/2687-0940-2024-47-3-388-398

**Финансирование:** работа выполнена без внешних источников финансирования

---

## Difficulties in Diagnosing Peritoneal Mesothelioma (Rare Clinical Case)

Mikhail D. Romanov<sup>1</sup> , Vasily I. Davydkin<sup>1</sup> , Ekaterina M. Kireeva<sup>1,2</sup>

<sup>1)</sup> National Research Ogarev Mordovia State University,  
68 Bolshevistskaya St., Saransk 430005, Republic of Mordovia, Russia;

<sup>2)</sup> Republican Clinical Hospital No 4,  
32 Ulyanova St., Saransk 430032, Republic of Mordovia, Russia  
E-mail: [mdromanov@yandex.ru](mailto:mdromanov@yandex.ru)

**Abstract.** The goal of the study was to draw the attention of surgeons, angiosurgeons, infectious disease specialists and oncologists to non-standard predictors of peritoneal mesothelioma development and peculiarities of its diagnostics. The article presents the analysis of publications on the diagnosis of malignant peritoneal mesothelioma and our own clinical observation with unusual disease debut: cervical lymphadenopathy, thrombosis of the branches of the superior vena cava, bilateral exudative pleurisy. Diagnostic algorithm of peritoneal mesothelioma consists of analyzing the results of clinical

examination with sequential application of ultrasound, multispiral computed tomography of the neck, thoracic, abdominal and small pelvis organs with intravenous bolus contrast (MSCTAG), positron emission tomography combined with computed tomography (PET/CT). Endovideoscopy with histologic and immunohistochemical examination of peritoneal biopsy specimens using mesothelial lineage antibodies and epithelial markers is the final and clarifying method of diagnostics of malignant peritoneal mesothelioma.

**Keywords:** peritoneal mesothelioma, non-standard predictors of development, MSCTAG, PET/CT, endovideolaparoscopy, immunohistochemistry of peritoneal biopsies

**For citation:** Romanov M.D., Davydkin V.I., Kireeva E.M. 2024. Difficulties in Diagnosing Peritoneal Mesothelioma (Rare Clinical Case). *Challenges in Modern Medicine*, 47(3): 388–398 (in Russian). DOI: 10.52575/2687-0940-2024-47-3-388-398

**Funding:** The work was carried out without external sources of funding.

## Введение

В 2022 г. в России выявлено впервые 624 835 случаев злокачественных новообразований, прирост по сравнению с 2021 г. составил 7,6 % [Каприн и др., 2022]. В клинической практике чаще встречается мезотелиома плевры, она составляет от 80 до 90 % случаев злокачественных мезотелиом. Мезотелиома брюшины – довольно редкий подтип, она наблюдается лишь в 6–10 % случаев [Ishizuka et al., 2021; Chun et al., 2023], а по данным, приведенным в практических рекомендациях RUSSCO, – в 15–20 % случаев [Волкова и др., 2023], в то же время авторы отмечают, что по России статистических данных по заболеваемости и смертности по данной патологии нет. По данным международной группы по изучению мезотелиом, представленным на 16-й Международной конференции в г. Лилль (2023), стандартизованные по возрасту показатели заболеваемости на 100 000 населения среди мужчин в Англии и Австралии составили 3,4 и 3,2 человека, а в Австрии и Польше – меньше 1 человека на 100 000 населения [Барболина, Багрова, 2023]. В базе данных с 1975 по 2016 г., приведенной исследователями, зарегистрировано 1 998 пациентов с первичной мезотелиомой брюшины, из них европеоидная раса встретилась у 90,4 %, мужчины составили 56,2 %, средний возраст постановки диагноза составил  $69 \pm 13$  лет [Ullah et al., 2022].

По мнению большинства исследователей, основным этиологическим фактором мезотелиомы считается контакт с асбестом, особенно амфиболовые варианты, а также вермикулит, цеолит, флюорит и хризотил-асбест [Барболина, Багрова, 2023; Sousa et al., 2023]. Кроме асбеста в развитии мезотелиомы имеют значение и другие химические канцерогены (силикаты, бериллий, жидкий парафин) [Волков и др., 2023]. Другими причинами возникновения мезотелиомы считаются радиация, хроническое воспаление, генетическая предрасположенность. Некоторые исследователи связали развитие мезотелиомы брюшины у пациента с туберкулезом легких в анамнезе [Subahi et al., 2024]. Мезотелиома плевры и мезотелиома брюшины по мнению других исследователей являются абсолютно самостоятельными нозологиями [Hiltbrunner et al., 2022].

Диффузная мезотелиома брюшины наблюдается значительно чаще, чем локализованный тип [Kuribayashi et al., 2022; Sousa et al., 2023] она была обнаружена в 45, а локализованная форма встретилась в 15 случаях. Диффузная форма имеет неблагоприятный прогноз: 5-летняя общая выживаемость составляет  $20,0 \pm 5,9$  % [Kusamura et al., 2023]. Среди неблагоприятных прогностических факторов отмечают пожилой возраст, мужской пол, стадию заболевания, саркоматоидную и двухфазную гистологические формы опухоли, ответ на лечение, общесоматический статус, потерю массы тела, исходный уровень гемоглобина и лейкоцитов [Волков и др., 2023; Verma et al., 2018]. Медиана выживаемости в группе пациентов, которым выполняли циторедуктивные операции с гипертермической внутрибрю-



шинной химиотерапией, выше и составляет от 34 до 92 месяцев [Verma et al., 2018]. Злокачественная мезотелиома брюшины из-за редкой встречаемости и неспецифических, потенциально вводящих в заблуждение клинических проявлений чрезвычайно трудно поддается диагностике [Huang et al., 2022; Zeng et al., 2022; Alhamadh et al., 2023]. Данное клиническое наблюдение представляет интерес в плане обсуждения нестандартного развития дебюта злокачественной мезотелиомы брюшины, а также дифференциальной диагностики с перитонеальным канцероматозом.

**Цель:** Обратить внимание хирургов, ангиохирургов, инфекционистов и онкологов на нестандартные предикторы развития злокачественной мезотелиомы брюшины и особенности её диагностики.

**Материалы и методы:** анализ литературных данных и ретроспективный анализ истории болезни пациента с мезотелиомой брюшины, осложненной лимфаденопатией, тромбозом ветвей верхней поллой вены и двухсторонним экссудативным плевритом.

### Описание клинического случая

Пациент М., 47 лет, считает себя больным в течение месяца, когда на фоне удовлетворительного состояния стала ежедневно подниматься температура тела, появилась слабость и быстро начала снижаться масса тела. В анамнезе контакт с асбестом и другими химическими канцерогенами не отмечает. Спустя две недели у пациента появились отечность лица и правой половины шеи, нарастающая одышка. 11.12.2023 при МСКТ выявлены отек и инфильтрация жировой клетчатки вокруг правой внутренней яремной вены от уровня С<sub>7</sub> до С<sub>2</sub> с количественной региональной лимфаденопатией. Зафиксированы также участки пневмофиброза и множественные буллы в правом легком, правосторонний умеренный гидроторакс, небольшой гидроперикард и внутригрудная лимфаденопатия. Пациенту были назначены цефтриаксон 1,0 в/м 1 раз в сутки в течение 10 дней и ривароксабан 2,5 мг 2 раза в день; состояние не улучшалось.

12.12.23 больной был госпитализирован в отделение торакальной хирургии ГБУЗ РМ «РКБ № 4». Общее состояние средней тяжести, температура тела – 37,9 С. При осмотре в правой передне-боковой поверхности шеи и правой надключичной областях обнаружен отек, а при пальпации – умеренно смещаемые конгломераты безболезненных плотно-эластической консистенции увеличенных лимфатических узлов. Тоны сердца приглушены, частота сердечных сокращений 118 уд./мин. Над нижней долей левого легкого выслушивалось ослабленное везикулярное дыхание, а над нижней долей правого легкого оно не проводилось, при перкуссии там же определялся тупой звук. Частота дыхательных движений составляла 23 в мин. SpO<sub>2</sub> – 95%. Печень и селезенка не увеличены, пальпация их безболезненна.

При УЗ обследовании 12.12.23 зафиксированы двухсторонний гидроторакс, в правой надключичной области и передне-боковой поверхности шеи обнаружены два конгломерата лимфатических узлов с нарушениями их структуры и дифференцировки, размерами 4,0×1,6 см (надключичные) и 8,5×1,5 см (боковые шейные), тромбоз правой внутренней яремной и правой подключичной вен, диффузные изменения поджелудочной железы, гемангиома левой доли печени, выпот в брюшной полости в небольшом количестве, патологии щитовидной железы не выявлено. На ЭХОКС от 12.12.23 зафиксирован небольшой выпот в полости перикарда. Общий анализ крови от 12.12.23: гемоглобин – 96 г/л, эритроциты 3,7×10<sup>12</sup>/л, лейкоциты – 18,6×10<sup>9</sup>/л, нейтрофилы – 46 %, лимфоциты – 38 %, моноциты – 16 %, СОЭ – 57 мм/ч. Биохимический анализ крови от 12.12.23: креатинин – 56 мкмоль/л, мочевины – 3,0 ммоль/л, АлАТ – 18,5 U/l, АсАТ – 18,8 U/l, общий белок – 66 г/л, глюкоза – 5,3 ммоль/л. В коагулограмме от 13.12.2023: тромбоциты 680×10<sup>9</sup>/л, фибриноген – 5,0 г/л, протромбиновый индекс – 85 %, МНО – 1,18, АЧТВ – 50,1 сек.

Установлен диагноз: двухсторонний плеврит неясной этиологии, шейная и медиастинальная лимфаденопатия, острый тромбоз правой внутренней яремной и подключичной вен. При пункции правой плевральной полости 14.12.2024 получено 1 100 мл соломенно-желтого цвета жидкости, атипических клеток в ней не обнаружено. Жидкость из правой плевральной полости затем удалялась 1 раз в неделю по 1 л; из левой плевральной полости – по 200 мл. Состав плеврального экссудата: лимфоциты – 75–85 %, эозинофилы – 5–20 %, нейтрофилы – 5–10 %, макрофаги, дегенеративно измененные клетки мезотелия. Атипических клеток и КУМ в плевральной жидкости и мокроте не обнаруживали. При ФБС от 14.12.23 установлены признаки атрофического бронхита.

При ЭГДФС от 15.12.23 выявлены аксиальная грыжа пищеводного отверстия диафрагмы, острая язва антрального отдела желудка, эрозивный гастрит, косвенные признаки панкреатита. Консультирован фтизиатром и инфекционистом: данных за туберкулез легких и острый инфекционный процесс не выявлено. ЦДС внечерепных отделов брахиоцефальной артерии (БЦА) от 19.12.23: атеросклероз БЦА без гемодинамически значимого стеноза. Оклюзионный тромбоз правой внутренней яремной вены и ее ветвей, брахиоцефальной и позвоночных вен. Неполная реканализация правой подключичной вены. Лимфатические узлы не увеличены. При МСКТ от 22.12.23: патологических изменений мягких тканей шеи не определяется. В анализах крови от 26.12.2024: прокальцитонин 0,2 нг/мл, СРБ – 161 мг/л, ферритин – 760 нг/мл. Аутоиммунная диагностика от 29.12.23: антитела к двуспиральной ДНК – 1,4 Ед/мл (норма <20); антинуклеарный фактор на клеточной линии с определением 6 типов свечения: Нер-2 <1:160 (норма <1:160), тип свечения АНФ Нер-2 – АС0; антитела к протеиназе-3 0,4 RU/ml (<20) – антитела не обнаружены; антитела к миелопероксидазе 0,2 RU/ml (<20) – антитела не обнаружены.

МСКТ АГ от 09.01.24: диффузное утолщение большого сальника (канцероматоз брюшины?), небольшой асцит, локальное утолщение стенки прямой кишки, мягкотканых образований подкожно-жировой клетчатки передней брюшной стенки, кардио-диафрагмальных синусов, гепатомегалии, диффузных изменений паренхимы печени по типу «жирового гепатоза», аденомы правого надпочечника, пупочной грыжи (рис. 1, 2).

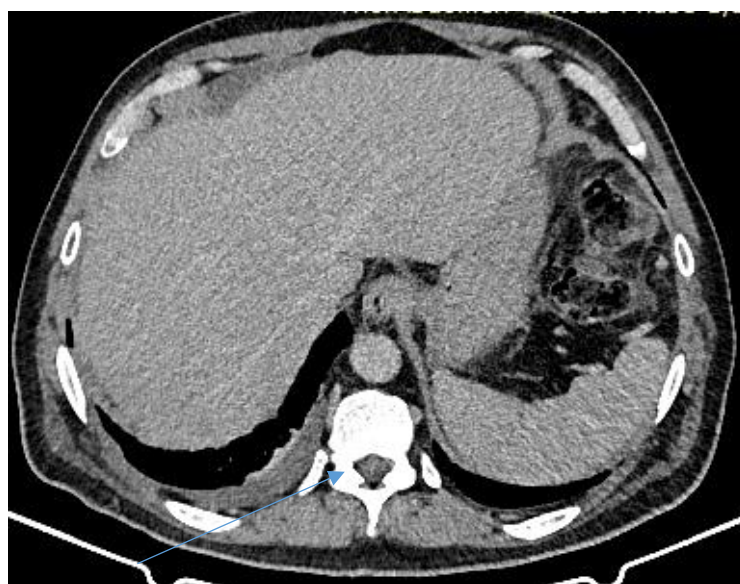


Рис. 1. МСКТ АГ, аксиальный срез от 09.01.2024.

В правой плевральной полости жидкость и плотные фестончатые структуры (стрелка)

Fig. 1. MSCT AG, axial slice dated 09/01/2024.

Fluid and dense festooned structures in the right pleural cavity (arrow)





Рис. 2. МСКТ АГ органов брюшной полости, парасагиттальный срез от 09.01.2024.

Диффузное утолщение большого сальника, асцит (стрелки)

Fig. 2. MSCT AG of abdominal cavity organs, parasagittal section dated 09/01/2024.

Diffuse thickening of the omentum, ascites (arrows)

Колоноскопия от 10.01.24: органической патологии толстой кишки не выявлено.

12.01.24 выполнена диагностическая лапароскопия. В брюшной полости жидкость желтовато-серого цвета, на передней поверхности правой доли печени, большом сальнике и брыжейке тонкой и ободочной кишок имеются множественные образования в виде белесоватых бляшек округлой формы до 3 мм в диаметре. Большой сальник отечный, имеет мелкобугристую структуру с участками уплотнений. Цитологическое исследование от 15.01.24: цитограмма выпота с наличием элементов злокачественного новообразования. Гистологическое исследование брюшины (бляшек) от 17.01.2024: материал представлен злокачественной опухолью, формирующей железистоподобные, розеткообразные и солидные структуры, мономорфные клетки с округлыми ядрами, митотическая активность повышена. Окружающая строма склерозирована. Морфологическая картина соответствует метастазу ацинарного рака поджелудочной железы. УЗИ от 18.01.24: в левой плевральной полости жидкость (сепарация до 13 мм) над диафрагмой. Динамики по структуре печени нет. Поджелудочная железа: головка 38 мм, тело – 16,6 мм, хвост – 25 мм. Контуры ровные. Структура неоднородная, гиперэхогенная. Четких узловых образований не выявлено. Исследование крови от 19.01.24 на содержание гастрина – 38,3 пг/мл (норма 13,0–115,0).

Гистологические препараты консультированы 29.01.2024 в ООО «Лаборатория Гемотест», г. Москва: микроскопия биопсийного материала: фрагменты опухоли, представленной гнездами из атипических клеток с обильной эозинофильной цитоплазмой, умеренно полиморфными ядрами без ядрышек. Встречаются атипические митозы. ИГХ исследование проведено с маркерами: PanCK, CK7, GAT A3, Calretinin, WT1 – выявлена позитивная реакция в

опухолевых клетках, Ki-67 – позитивная реакция в 15–17 % опухолевых клеток. CK20, Chromogranin, TTF-1, p63 и ER – в опухолевых клетках экспрессия отсутствует. Заключение: морфологическая картина с учетом ИГХ-исследования соответствует мезотелиоме брюшины.

ЦДС сосудов шеи от 22.01.24: тромбоз правой внутренней и наружной яремных вен, брахиоцефальной и позвоночных вен в стадии неполной реканализации. Неокклюзионный тромбоз левой брахиоцефальной вены. Коагулограмма от 22.01.2024: фибриноген – 12,8 г/л, тромбиновое время – 16 сек, антитромбин-тест – 101 %, протромбиновый индекс – 73 %, МНО – 1,35, протромбиновое время – 14,8 сек, протромбиновое отношение – 1,36, АЧТВ – 36,4 сек. Анализ крови общий от 24.01.2024: гемоглобин – 65 г/л, эритроциты –  $2,93 \times 10^{12}/л$ , лейкоциты –  $14,9 \times 10^9/л$ , тромбоциты –  $754 \times 10^9/л$ , СКФ – 89,2 мл/мин. ИФА крови от 24.01.2024: серотонин – 75,63 нг/мл, хромогранин А – 42,62 мкг/л.

ПЭТ/КТ от 13.02.2024: зафиксированы метаболическая активность неопластической ткани по ходу большого сальника, брюшины, лимфатических узлов парапанкреатической клетчатки, умеренная метаболическая активность по ходу красного костного мозга. Количественная внутригрудная и ретроперитонеальная лимфаденопатия. Умеренная метаболическая активность левой половины мошонки. Правосторонний гидроторакс. Асцит. Тромбоз правой подключичной, правой внутренней яремной вены, верхней полой вены. Гепатомегалия. Аденома правого надпочечника.

В течение всего периода госпитализации отмечалось повышение температуры до  $37,6^{\circ}C$ , которую удавалось купировать только после введения дексаметазона. Пациент получал лечение: гепарин 7500 ЕД 4 раза в сутки, левенокс, цефтриаксон, ципрофлоксацин, ванкомицин, тигециклин, кламосар, дексаметазон, кеторол, ребамипид по 300 мг, ксарелто по 20 мг и диосмин 600 мг в сутки. Выписан 24.02.2024 на лечение в онкологический диспансер с диагнозом: Мезотелиома брюшины IV ст. (T4N2M1) с распространением на большой сальник, висцеральную брюшину, лимфатические узлы параперикардимальной клетчатки, с поражением красного костного мозга. Осложнения: Двухсторонний гидроторакс. Асцит. Вторичная анемия. Тромбоцитоз. Тромбоз левой внутренней и наружной яремных вен, левой подключичной и верхней полой вен в стадии реканализации.

С 29.02.2024 по 04.03.2024 и с 25.03.2024 по 28.03.2024 пациент находился на лечении в ГБУЗ РМ «Республиканский онкологический диспансер», где получал курсами паллиативную полихимиотерапию (ПХТ) 1 линии: пеметрексед  $500 \text{ мг}/\text{м}^2$  и карбоплатин 845 мг AUC-5 внутривенно капельно. 29.02.2024 и 04.03.2024 при пункции из обеих плевральных полостей удалено по 1 л соломенно-желтого цвета жидкости, атипических клеток в ней не обнаружено. В анализе крови от 25.03.2024: гемоглобин – 93 г/л, эритроциты –  $3,79 \times 10^{12}/л$ , лейкоциты  $18,6 \times 10^9/л$ , лимфоциты – 7,6 %, моноциты – 6,5 %, нейтрофилы – 85 %, тромбоциты  $818 \times 10^9/л$ , фибриноген – 9,22 г/л, протромбиновый индекс – 60 %, МНО – 1,60, АЧТВ – 57,5 сек. В дополнение к ПХТ больной получал ежедневно рибоксин 200 мг, коргликард 0,6 мг внутривенно струйно, дексаметазон 8 мг, цефтриаксон 2,0, 4 % раствор калия хлорида 20 мл, 5 % раствор глюкозы 250 мл и стерофундин 500,0 внутривенно капельно.

Больной продолжает лечение, однако состояние не улучшается, беспокоят прогрессирующая слабость, одышка, отсутствие аппетита, вздутие живота.

### Заключение

Большинство случаев мезотелиомы брюшины на ранних стадиях протекают бессимптомно или неспецифично, поэтому диагноз устанавливается в среднем через четыре – пять месяцев от появления симптомов [Chun et al., 2022; Huang et al., 2022; Sousa et al., 2023; Sun et al., 2023]. В дебюте заболевания у пациентов с мезотелиомой брюшины по мнению Sousa et al. (2023) редко наблюдаются признаки паранеопластического синдрома, однако в представленном наблюдении первыми симптомами были лихорадка, слабость, быстрая потеря массы тела, прогрессирующая анемия, лейкоцитоз, тромбоцитоз, что согласуется с публикацией Liang et al.



(2024). Следующим клиническим признаком в наблюдении явилась лимфаденопатия. О случае метастазирования мезотелиомы брюшины в надключичные и медиастинальные лимфатические узлы сообщают Zannella et al. (2014). Обнаруженные конгломераты безболезненных лимфатических узлов в сочетании с медиастиальной локализацией вызвали предположение о злокачественном характере процесса. Кроме того, маскировка злокачественного характера процесса, возможно, была обусловлена применением глюкокортикостероидов, о чем сообщают также Ali et al. [2022]. Однако воспалительный характер лимфаденопатии косвенно подтвердил факт рассасывания конгломерата через три недели от начала лечения, что послужило отказом для проведения биопсии лимфатических узлов [Коваль и др., 2021; Verma, Khera, 2020].

Развитие острого тромбоза правой яремной и подключичной вены из-за сдавления увеличенными лимфатическими узлами в представленном случае согласуется с Sun et al. (2023), которые наблюдали окклюзию и тромбоз верхней поллой вены при злокачественной мезотелиоме брюшины в сочетании с медиастиальной лимфаденопатией. С другой стороны, связать однозначно данный факт с воспалительным характером патологии нельзя, так как, несмотря на проведение адекватной антикоагулянтной терапии (гепарин 30 тыс. ЕД/сут и показатели коагулограммы), через 12 дней присоединился тромбоз левой брахиоцефальной вены, что может свидетельствовать в пользу развития синдрома Труссо. Так, Leci-Tahiri et al. (2018) также ведущей причиной спонтанного двухстороннего тромбоза внутренних яремных вен считают развитие синдрома Труссо, среди возможных причин также указывают на внешнее сдавление вены.

Несмотря на выявление только пролиферирующих и дегенеративных клеток мезотелия при повторных цитологических исследованиях плевральной жидкости, можно предположить, что причиной двухстороннего плеврита является метастазирование клеток злокачественной мезотелиомы брюшины непосредственно через диафрагму или её лимфатические каналы, аналогичное предположение представлено Zeng et al. (2022). Учитывая неспецифический характер клинико-лабораторных признаков мезотелиомы брюшины, основная роль в топической диагностике локальных проявлений, по данным многих исследователей, принадлежит МСКТ АГ [Carlson et al., 2022; Sousa et al., 2023]. При дифференцировке злокачественной мезотелиомы от карциноматоза брюшины показано, что КТ обладает диагностической чувствительностью в 53 %, специфичностью в 100 % и точностью в 68 % случаев [Carlson et al., 2022], особое значение она приобретает при прогнозировании и планировании стратегии лечения [Sugarbaker et al., 2021].

При невозможности определения злокачественного характера мезотелиомы и для сопоставления с результатами морфологического исследования биопсийного материала показано применение ПЭТ/КТ [Kuribayashi et al., 2022; Zeng et al., 2022]. Цитологическая диагностика мезотелиомы затруднена тем, что имеются сходные признаки между мезотелиальными и метастатическими (карциномы) клетками и реактивными изменениями мезотелия с клетками мезотелиомы [Rao et al., 2022], а также тем, что во многих случаях эти клетки не удается обнаруживать.

Мезотелиому брюшины необходимо дифференцировать с канцероматозом брюшины при раке яичников, раке желудка и др. [Волков и др., 2023]. Ведущая роль в морфологической верификации мезотелиомы брюшины принадлежит иммуногистохимической диагностике. Результаты, полученные в данном клиническом наблюдении, согласуются с приведенными в исследовании [Tandon et al., 2018]. Положительными маркерами при мезотелиоме брюшины в порядке чувствительности ими были представлены: кальретинин (100 %), WT1 (94 %), CK5/6 (89 %), мезотелин (88 %) и D2-40 (80 %). Маркеры, которые использовали авторы для дифференцировки карциномы от мезотелиомы, показали иммунореактивность при мезотелиоме брюшины: рецептор эстрогена (2 %), B72.3 (3 %), CK20 (4 %), CD15 (4 %), p63 (5 %), РЭА (5 %), PAX8 (6 %), рецептор прогестерона (7 %), Ber-EP4 (8 %) и CD138 (10 %). Тараканова и др.



(2023) показали, что при затруднениях в морфологической диагностике мезотелиомы необходимо применять не только цитологические, гистологические и иммуноморфологические методы (иммуноцитохимия и иммуногистохимия), а в некоторых случаях и молекулярно-генетический метод (FISH) для определения делеции гена p16/CDKN2A.

### Выводы

1. Трудности диагностики злокачественной мезотелиомы брюшины связаны с чрезвычайной редкостью патологии и неспецифическим характером паранеопластических симптомов в дебюте заболевания.

2. Затруднение в диагностике в представленном клиническом наблюдении обусловлено нестандартными предикторами развития заболевания: шейная и медиастинальная лимфаденопатия на фоне пролонгированной гипертермии, прогрессирующий тромбоз ветвей верхней полой вены, упорное течение двухстороннего плеврита, нечеткость результатов цитологического и гистологического методов исследований, на которые мы обращаем внимание профильных специалистов.

3. При появлении подозрения на мезотелиому брюшины считаем необходимым проводить топическую диагностику со скринингового неинвазивного УЗ-исследования, для уточнения локализации и характера процесса – МСКТ АГ и затем, при необходимости – ПЭТ/КТ. Для морфологической верификации мезотелиомы рекомендуем использовать видеолaparоскопию с гистологическим и гистохимическим исследованием биопсийного материала.

4. Дифференциальная диагностика сложна, и в основном её приходится проводить с канцероматозом брюшины и метастазами рака иных и неустановленных локализаций в брюшину.

### Список литературы

- Барболина, Т.Д., Багрова С.Г. 2023. Современные подходы к диагностике и лечению мезотелиомы. Обзор материалов конференции IMIG-2023. Часть 1: мезотелиома плевры. Злокачественные опухоли. 13(3s1): 140.
- Волков Н.М., Барболина Т.Д., Борисова Т.Н., Владимирова Л.Ю., Деньгина Н.В., Левченко Е.В. 2023. Практические рекомендации по лекарственному лечению мезотелиомы плевры, брюшины и других локализаций. Практические рекомендации RUSSCO, часть 1. Злокачественные опухоли. 13(3s2): 72–88. doi: 10.18027/2224-5057-2023-13-3s2-1-72-88
- Каприн А.Д., Старинский В.В., Шахзадова А.О. 2022. Состояние онкологической помощи населению России в 2022 году. М., МНИОИ им. П.А. Герцена – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России: 239.
- Коваль Т.И., Изюмская Е.М., Марченко Е.Г., Приimenко Н.О., Котелевская Т.М., Боднар В.А. 2021. Лимфаденопатия: алгоритм диагностики и тактика ведения пациента. Клиническая инфектология и паразитология. 10(2): 187–199. doi: 10.34883/PI.2021.10.2.025
- Тараканова О.В., Славнова Е.Н., Тюшева В.В., Большакова Д.А. 2023. Морфологическая диагностика мезотелиомы. Клинический случай. Новости клинической цитологии России. 27(1): 15–19. doi: 10.24412/1562-4943-2023-1-0003
- Alhamadh M.S., Alanazi R.B., Wadaan O.M., Alhabeeb A.Y., Alkaiyat M., Aljarbou O.Z., Sabatin F. 2023. Thrombocytosis as a Paraneoplastic Syndrome in Metastatic Malignant Peritoneal Mesothelioma of Biphasic Morphology Mimicking Ovarian Adenocarcinoma: A Case Report. Clin. Case Rep. Mar 2, 11(3): e6974. doi: 10.1002/ccr3.6974
- Ali M., Elhatw A., Hegazy M., Albeyoumi H., Sakr N., Deyab A.M., Soliman A.Y., Said E., Samir Elbehwashy A., Nassar M., Alfshawy M. 2022. The Evaluation of Lymphadenopathy in a Resource-Limited Setting. Cureus. 14(10): e30623. doi: 10.7759/cureus.30623
- Carlson B., Harmath C., Turaga K., Kindler H.L., Armato S.G. 3rd, Straus C. 2022. The Role of Imaging in Diagnosis and Management of Malignant Peritoneal Mesothelioma: A Systematic Review. Abdom. Radiol. (NY). 47(5): 1725–1740. doi: 10.1007/s00261-022-03464-x
- Chun C.P., Song L.X., Zhang H.P., Guo D.D., Xu G.X., Li Y., Xin X., Cao J., Li F. 2023. Malignant Peritoneal Mesothelioma. Am. J. Med. Sci. 365(1): 99–103. doi: 10.1016/j.amjms.2022.07.008



- Hiltbrunner S., Fleischmann Z., Sokol E., Zoche M., Felley-Bosco E. 2022. Genomic Landscape of Pleural and Peritoneal Mesothelioma Tumours. *Br. J. Cancer*. 127(11): 1997–2005
- Huang X., Hong Y., Xie S.Y., Liao H.L., Huang H.M., Liu J.H., Long W.J. 2022. Malignant Peritoneal Mesothelioma with Massive Ascites as the First Symptom: A Case Report. *World J. Clin. Cases*. 10(28): 10317–10325. doi: 10.12998/wjcc.v10.i28.10317
- Kuribayashi K., Kitajima K., Minami T., Ikeda M., Yamakado K., Kijima T. 2022. Malignant Peritoneal Mesothelioma Features Shown by FDG-PET/CT. *Cancer Diagn. Progn.* 2(6): 654–660. doi: 10.21873/cdp.10156
- Kusamura S., Baratti D., De Simone M., Pasqual E.M., Ansaloni L., Marrelli D., Robella M., Accarpio F., Valle M., Scaringi S., Biacchi D., Palopoli C., Gazzanelli S., Guaglio M., Deraco M. 2023. Diagnostic and Therapeutic Pathway in Diffuse Malignant Peritoneal Mesothelioma. *Cancers (Basel)*. 15(3): 662. doi: 10.3390/cancers15030662
- Leci-Tahiri L., Zherka-Saracini H., Tahiri A., Koshi A. 2018. Bilateral Internal Jugular Vein Thrombosis Due to Malignant Tumor. *Med. Case Reports*. 12(1): 42. doi: 10.1186/s13256-017-1556-0
- Liang X.L., Su Y.D., Li X.B., Fu Y.B., Ma R., Yang R., Wu H.L., Li Y. 2024. Risk Factors and Prognosis of Malignant Peritoneal Mesothelioma with Paraneoplastic Syndrome. *World J. Surg. Oncol.* 22(1): 29. doi: 10.1186/s12957-024-03312-w
- Rao N., Wei S. 2022. Mesothelioma. *Cytojournal*. 19(10). doi: 10.25259/cmas\_02\_08\_2021.
- Sousa B., Silva J., Monteiro N., Romano M., Araújo E. 2023. Malignant Peritoneal Mesothelioma: A Case Report. *Cureus*. 15(8): e42902. doi: 10.7759/cureus.42902
- Subahi E.A., Fadul A., Mohamed A., Alsayed A., Ali E.A., Sayed S., Mustafa S., Wazwaz B., Fadul M.H. 2024. Biphasic Peritoneal Mesothelioma Is a Rare Tumor and a Diagnostic Challenge: A Case Report. *Cureus*. 16(1): e51725. doi: 10.7759/cureus.51725
- Sugarbaker P.H., Chang D., Jelinek J.S. 2021. Concerning CT Features Predict Outcome of Treatment in Patients with Malignant Peritoneal Mesothelioma. *Eur. J. Surg. Oncol.* 47(9): 2212–2219. doi: 10.1016/j.ejso.2021.04.012
- Sun L., Li Ch., Gao Sh. 2023. Diffuse Malignant Peritoneal Mesothelioma: A Review. *Front. Surg.* 6(9): 1015884. doi: 10.3389/fsurg.2022.1015884
- Tandon R.T., Jimenez-Cortez Y., Taub R., Borczuk A.C. 2018. Immunohistochemistry in Peritoneal Mesothelioma: A Single-Center Experience of 244 Cases. *Arch. Pathol. Lab. Med.* 142(2): 236–242. doi: 10.5858/arpa.2017-0092-OA
- Ullah A., Waheed A., Khan J., Mishra A., Tareen B., Nama N., Karki N.R., Panezai M.S., Zarate L.V., White J., Cason F.D., Matolo N., Misra S., Karim N.A. 2022. Incidence, Survival Analysis and Future Perspective of Primary Peritoneal Mesothelioma (PPM): A Population-Based Study from SEER Database. *Cancers (Basel)*. 14(4): 942. doi: 10.3390/cancers14040942
- Verma R., Khera S. 2020. Cervical Lymphadenopathy: A Review. *Int. J. Health Sci. Res.* 10(10): 292–298.
- Verma V., Sleightholm R.L., Rusthoven C.G., Koshy M., Sher D.J., Grover S., Simone C.B. (2018). Malignant Peritoneal Mesothelioma: National Practice Patterns, Outcomes, and Predictors of Survival. *Annals of Surgical Oncology*. 25(7): 2018–2026. doi: 10.1245/s10434-018-6499-1
- Zannella S., Testi M.A., Cattoretti G., Pelosi G., Zucchini N. 2014. Peritoneal Malignant Mesothelioma Metastatic to Supraclavicular Lymph Nodes. *Int. J. Surg. Pathol.* 22(6): 552–554. doi: 10.1177/1066896913520037
- Zeng X., Xu K., Zhang L., Huang X. 2022. Challenging Diagnostic Process for a Malignant Peritoneal Mesothelioma Patient with Ascites and Pleural Effusion: A Case Report and Review of the Literature. *Front. Oncol.* 15(12): 784064. doi: 10.3389/fonc.2022.784064

## References

- Barbolina T.D., Bagrova S.G. 2023. Sovremennyye podkhody k diagnostike i lecheniyu mezoteliomy [Modern Approaches to the Diagnosis and Treatment of Mesothelioma]. *Obzor materialov konferentsii IMIG-2023. Chast' 1: mezotelioma plevry. Zlokachestvennyye opukholi*. 13(3s1): 140.
- Volkov N.M., Barbolina T.D., Borisova T.N., Vladimirova L.Yu., Den'gina N.V., Levchenko E.V. 2023. Prakticheskiye rekomendatsii po lekarstvennomu lecheniyu mezoteliomy plevry, bryushiny i drugikh lokalizatsiy [Practical Recommendations for Drug Treatment of Mesothelioma of the Pleura, Peritoneum and Other Localizations]. *Prakticheskiye rekomendatsii RUSSCO, chast' 1. Zlokachestvennyye opukholi*. 13(3s2): 72–88. doi: 10.18027/2224-5057-2023-13-3s2-1-72-88

- Kaprin A.D., Starinskiy V.V., Shakhzadova A.O. 2022. Sostoyaniye onkologicheskoy pomoshchi naseleniyu Rossii v 2022 godu [The State of Cancer Care for the Population of Russia in 2022]. M., MNIIO im. P.A. Gertsena – filial FGBU «NMITS radiologii» Minzdrava Rossii: 239.
- Koval' T.I., Izyumskaya E.M., Marchenko E.G., Priymenko N.O., Kotelevskaya T.M., Bodnar V.A. 2021. Limfadenopatiya: algoritm diagnostiki i taktika vedeniya patsiyenta [Lymphadenopathy: Diagnostic Algorithm and Patient Management Tactics]. *Klinicheskaya infektologiya i parazitologiya*. 10(2): 187–199. doi: 10.34883/PI.2021.10.2.025.
- Tarakanova O.V., Slavnova E.N., Tyusheva V.V., Bol'shakova D.A. 2023. Morfologicheskaya diagnostika mezoteliomy. Klinicheskiy sluchay [Morphological Diagnosis of Mesothelioma. Clinical case]. *Novosti klinicheskoy tsitologii Rossii*. 27(1): 15–19. doi: 10.24412/1562-4943-2023-1-0003
- Alhamadh M.S., Alanazi R.B., Wadaan O.M., Alhabeeb A.Y., Alkaiyat M., Aljarbou O.Z., Sabatin F. 2023. Thrombocytosis as a Paraneoplastic Syndrome in Metastatic Malignant Peritoneal Mesothelioma of Biphasic Morphology Mimicking Ovarian Adenocarcinoma: A Case Report. *Clin. Case Rep*. Mar 2, 11(3): e6974. doi: 10.1002/ccr3.6974
- Ali M., Elhatw A., Hegazy M., Albeyoumi H., Sakr N., Deyab A.M., Soliman A.Y., Said E., Samir Elbehwashy A., Nassar M., Alfahawy M. 2022. The Evaluation of Lymphadenopathy in a Resource-Limited Setting. *Cureus*. 14(10): e30623. doi: 10.7759/cureus.30623
- Carlson B., Harmath C., Turaga K., Kindler H.L., Armato S.G. 3rd, Straus C. 2022. The Role of Imaging in Diagnosis and Management of Malignant Peritoneal Mesothelioma: A Systematic Review. *Abdom. Radiol. (NY)*. 47(5): 1725–1740. doi: 10.1007/s00261-022-03464-x
- Chun C.P., Song L.X., Zhang H.P., Guo D.D., Xu G.X., Li Y., Xin X., Cao J., Li F. 2023. Malignant Peritoneal Mesothelioma. *Am. J. Med. Sci*. 365(1): 99–103. doi: 10.1016/j.amjms.2022.07.008
- Hiltbrunner S., Fleischmann Z., Sokol E., Zoche M., Felley-Bosco E. 2022. Genomic Landscape of Pleural and Peritoneal Mesothelioma Tumours. *Br. J. Cancer*. 127(11): 1997–2005
- Huang X., Hong Y., Xie S.Y., Liao H.L., Huang H.M., Liu J.H., Long W.J. 2022. Malignant Peritoneal Mesothelioma with Massive Ascites as the First Symptom: A Case Report. *World J. Clin. Cases*. 10(28): 10317–10325. doi: 10.12998/wjcc.v10.i28.10317
- Kuribayashi K., Kitajima K., Minami T., Ikeda M., Yamakado K., Kijima T. 2022. Malignant Peritoneal Mesothelioma Features Shown by FDG-PET/CT. *Cancer Diagn. Progn.* 2(6): 654–660. doi: 10.21873/cdp.10156
- Kusamura S., Baratti D., De Simone M., Pasqual E.M., Ansaloni L., Marrelli D., Robella M., Accarpio F., Valle M., Scaringi S., Biacchi D., Palopoli C., Gazzanelli S., Guaglio M., Deraco M. 2023. Diagnostic and Therapeutic Pathway in Diffuse Malignant Peritoneal Mesothelioma. *Cancers (Basel)*. 15(3): 662. doi: 10.3390/cancers15030662
- Leci-Tahiri L., Zherka-Saracini H., Tahiri A., Koshi A. 2018. Bilateral Internal Jugular Vein Thrombosis Due to Malignant Tumor. *Med. Case Reports*. 12(1): 42. doi: 10.1186/s13256-017-1556-0
- Liang X.L., Su Y.D., Li X.B., Fu Y.B., Ma R., Yang R., Wu H.L., Li Y. 2024. Risk Factors and Prognosis of Malignant Peritoneal Mesothelioma with Paraneoplastic Syndrome. *World J. Surg. Oncol.* 22(1): 29. doi: 10.1186/s12957-024-03312-w
- Rao N., Wei S. 2022. Mesothelioma. *Cytojournal*. 19(10). doi: 10.25259/cmas\_02\_08\_2021.
- Sousa B., Silva J., Monteiro N., Romano M., Araújo E. 2023. Malignant Peritoneal Mesothelioma: A Case Report. *Cureus*. 15(8): e42902. doi: 10.7759/cureus.42902
- Subahi E.A., Fadul A., Mohamed A., Alsayed A., Ali E.A., Sayed S., Mustafa S., Wazwaz B., Fadul M.H. 2024. Biphasic Peritoneal Mesothelioma Is a Rare Tumor and a Diagnostic Challenge: A Case Report. *Cureus*. 16(1): e51725. doi: 10.7759/cureus.51725
- Sugarbaker P.H., Chang D., Jelinek J.S. 2021. Concerning CT Features Predict Outcome of Treatment in Patients with Malignant Peritoneal Mesothelioma. *Eur. J. Surg. Oncol.* 47(9): 2212–2219. doi: 10.1016/j.ejso.2021.04.012
- Sun L., Li Ch., Gao Sh. 2023. Diffuse Malignant Peritoneal Mesothelioma: A Review. *Front. Surg.* 6(9): 1015884. doi: 10.3389/fsurg.2022.1015884
- Tandon R.T., Jimenez-Cortez Y., Taub R., Borczuk A.C. 2018. Immunohistochemistry in Peritoneal Mesothelioma: A Single-Center Experience of 244 Cases. *Arch. Pathol. Lab. Med.* 142(2): 236–242. doi: 10.5858/arpa.2017-0092-OA
- Ullah A., Waheed A., Khan J., Mishra A., Tareen B., Nama N., Karki N.R., Panezai M.S., Zarate L.V., White J., Cason F.D., Matolo N., Misra S., Karim N.A. 2022. Incidence, Survival Analysis and



- Future Perspective of Primary Peritoneal Mesothelioma (PPM): A Population-Based Study from SEER Database. *Cancers (Basel)*. 14(4): 942. doi: 10.3390/cancers14040942
- Verma R., Khera S. 2020. Cervical Lymphadenopathy: A Review. *Int. J. Health Sci. Res.* 10(10): 292–298.
- Verma V., Sleightholm R.L., Rusthoven C.G., Koshy M., Sher D.J., Grover S., Simone C.B. (2018). Malignant Peritoneal Mesothelioma: National Practice Patterns, Outcomes, and Predictors of Survival. *Annals of Surgical Oncology*. 25(7): 2018–2026. doi: 10.1245/s10434-018-6499-1
- Zannella S., Testi M.A., Cattoretti G., Pelosi G., Zucchini N. 2014. Peritoneal Malignant Mesothelioma Metastatic to Supraclavicular Lymph Nodes. *Int. J. Surg. Pathol.* 22(6): 552–554. doi: 10.1177/1066896913520037
- Zeng X., Xu K., Zhang L., Huang X. 2022. Challenging Diagnostic Process for a Malignant Peritoneal Mesothelioma Patient with Ascites and Pleural Effusion: A Case Report and Review of the Literature. *Front. Oncol.* 15(12): 784064. doi: 10.3389/fonc.2022.784064

**Конфликт интересов:** о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

**Conflict of interest:** no potential conflict of interest related to this article was reported.

Поступила в редакцию 18.04.2024

Received April 18, 2024

Поступила после рецензирования 12.06.2024

Revised June 12, 2024

Принята к публикации 12.08.2024

Accepted August 12, 2024

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Романов Михаил Дмитриевич**, доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры госпитальной хирургии, Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва, г. Саранск, Республика Мордовия, Россия

 [ORCID: 0000-0002-9646-4007](https://orcid.org/0000-0002-9646-4007)

**Mikhail D. Romanov**, Doctor of Sciences in Medicine, Professor, Professor of the Hospital Surgery Department, National Research Ogarev Mordovia State University, Saransk, Republic of Mordovia, Russia

**Давыдкин Василий Иванович**, кандидат медицинских наук, доцент, заведующий кафедрой госпитальной хирургии, Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва, г. Саранск, Республика Мордовия, Россия

 [ORCID: 0000-0002-4201-9661](https://orcid.org/0000-0002-4201-9661)

**Vasily I. Davydkin**, Candidate of Sciences in Medicine, PhD, Head of the Hospital Surgery Department, National Research Ogarev Mordovia State University, Saransk, Republic of Mordovia, Russia

**Киреева Екатерина Михайловна**, кандидат медицинских наук, доцент, доцент кафедры госпитальной хирургии, Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва; врач-хирург, Республиканская клиническая больница № 4, г. Саранск, Республика Мордовия, Россия

 [ORCID: 0000-0003-1034-167X](https://orcid.org/0000-0003-1034-167X)

**Ekaterina M. Kireeva**, Candidate of Sciences in Medicine, PhD, Associate Professor of the Hospital Surgery Department, National Research Ogarev Mordovia State University; Surgeon, Republican Clinical Hospital No 4, Saransk, Republic of Mordovia, Russia

УДК 616-079.1

DOI 10.52575/2687-0940-2024-47-3-399-407

Оригинальная статья

## Использование робот-ассистированных трепан-биопсий забрюшинных опухолевидных образований под контролем мультиспиральной компьютерной томографии

**Пустовгар А.А.**

Белгородская областная клиническая больница Святителя Иоасафа,

Россия, 308007, ул. Некрасова, 8/9

E-mail: [tobius-visor@yandex.ru](mailto:tobius-visor@yandex.ru)

**Аннотация.** В забрюшинном пространстве могут локализоваться различные типы опухолей, как доброкачественные, так и злокачественные, которые могут развиваться не только в забрюшинных органах, но и исходить из нервов, соединительной или лимфатической ткани. Актуальной является их патоморфологическая диагностика для предписания курса соответствующей терапии. Востребована процедура трансдермальной трепанационной биопсии такого рода опухолей с визуализацией мультиспиральной компьютерной томографии, по большей части реализуемой техникой «свободной руки». Между тем интенсивная радиационная экспозиция не только для пациента, но и для врача интервенционной технологии являются ее негативными сторонами. Автором разработано роботизированное устройство, осуществляющее автоматическое введение биопсийной иглы в «место интереса», с помощью которого произведены диагностические пункции в забрюшинном пространстве у 24 пациентов. В контрольной ретроспективной группе пункции производились методом «свободной руки» у 20 пациентов. Автором показано увеличение точности пункции в основной группе, уменьшение числа осложнений и продолжительности манипуляции. Последнее, наряду с исключением лучевого воздействия на медицинский персонал, позволило снизить его на обследуемого.

**Ключевые слова:** ретроперитонеальные новообразования, трепанационная биопсия, мультиспиральная компьютерная томография, метод свободной руки, механизированный способ

**Для цитирования:** Пустовгар А.А. 2024. Использование робот-ассистированных трепан-биопсий забрюшинных опухолевидных образований под контролем мультиспиральной компьютерной томографии. *Актуальные проблемы медицины*, 47(3): 399–407. DOI: 10.52575/2687-0940-2024-47-3-399-407

**Финансирование.** Работа выполнена без внешних источников финансирования

---

## The Use of Robot-Assisted Trepan Biopsies of Retroperitoneal Tumors under the Control of Multispiral Computed Tomography

**Andrey A. Pustovgar**

Belgorod Regional Clinical Hospital of St. Joasaph,

8/9 Nekrasov St., Belgorod 308007, Russia

E-mail: [tobius-visor@yandex.ru](mailto:tobius-visor@yandex.ru)

**Abstract.** Various types of tumors, both benign and malignant, can be localized in the retroperitoneal space, which can develop not only in retroperitoneal organs, but also originate from nerves, connective or lymphatic tissue. Their pathomorphological diagnosis is relevant for the appointment of adequate treatment. There is a technique of percutaneous core-biopsy of such formations under the control of multispiral computed tomography, most often carried out by the "free hand" method. However, high radiation exposure

© Пустовгар А.А., 2024



not only to the patient, but also to the interventionist doctor are its negative sides. The author has developed a robotic device that automatically inserts a biopsy needle into the "place of interest". It was used for diagnostic punctures in the retroperitoneal space in 24 patients. In the control retrospective group, punctures were performed using the "free hand" method in 20 patients. The authors reveal an enhancement of the accuracy of puncture in the main group, a reduction in the amount of complications and of the duration of manipulation. The latter, along with the exclusion of radiation exposure to medical personnel, made it possible to reduce it on the subject.

**Keywords:** retroperitoneal neoplasms, trepanation biopsy, multispiral computed tomography, free hand method, the mechanized method

**For citation:** Pustovgar A.A. 2024. The Use of Robot-Assisted Trepan Biopsies of Retroperitoneal Tumors under the Control of Multispiral Computed Tomography. *Challenges in Modern Medicine*, 47(3): 399–407 (in Russian). DOI: 10.52575/2687-0940-2024-47-3-399-407

**Funding:** The work was carried out without external sources of funding.

---

## Введение

Вопреки тому, что в современных условиях большинство новообразований можно идентифицировать визуально, окончательный диагноз и назначение курса терапии базируются на результатах гистологического исследования, а для назначения таргетных препаратов оно является обязательным [Мельников, 2019; Королюк, Линденбратен, 2020].

В настоящее время отмечается совершенствование технической базы лучевой диагностики, а также развитие интервенционной радиологии [Вебер и др., 2020; Protto, Sillanpää, 2022]. Успешно проводятся диагностические пункции новообразований различных локализаций с целью забора материала для цитологического и гистологического исследования [Китаев и др., 2017; Терновой и др., 2020]. В наши дни интервенционные методики широко распространены в ряде областей медицины и заменили во многих случаях обширные хирургические вмешательства для получения гистологического материала [Rousseau et al., 2019; Warhadpande et al., 2022; Hosseini et al., 2023].

Пункционные биопсии проводятся под различными методами навигации: ультразвуковой, магниторезонансной томографией. Однако наиболее точной, обладающей большей разрешающей способностью визуализировать новообразования размерами 5 мм является мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) [Sánchez et al., 2017; Tam et al., 2020; Morgan et al., 2021]. Единственным недостатком метода является высокая лучевая нагрузка на пациента, которая еще больше увеличивается при интервенционном вмешательстве в связи с его большей длительностью. Также лучевому воздействию подвергается врач-интервенционист, чаще всего проводящий пункцию методом «свободной руки» и находящийся рядом с пациентом [Sarmiento et al., 2018]. В этой связи во всем мире ведутся разработки устройств, позволяющих вводить биопсийную иглу автоматически без присутствия врача в зоне радиационной облучения, кроме того, считается, что использование подобных устройств увеличивает точность манипуляции и снижает количество осложнений [Lamba et al., 2016].

В брюшном пространстве могут локализоваться различные типы опухолей, как доброкачественные, так и злокачественные, которые могут развиваться не только в брюшных органах, но и исходить из нервов, соединительной или лимфатической ткани. Часто брюшные опухоли могут протекать бессимптомно и быть обнаружены случайно во время исследований, проводимых по поводу других заболеваний, или на поздних стадиях из-за увеличения их размеров, что приводит к симптомам сдавления соседних органов и их инвазии. Как и другие авторы, мы считаем, что гистопатологический диагноз играет важную роль в их адекватном лечении [Marcu et al., 2019].

### Цель и задачи исследования

Целью и задачами нашего исследования явилась разработка роботизированного устройства для проведения автоматической пункционной биопсии новообразований различных локализаций, позволяющей исключить присутствие врача в зоне облучения, повысить точность пункции, снизить продолжительность манипуляции, оценить преимущество автоматизированного метода по сравнению с методом «свободной руки» при биопсии новообразований забрюшинного пространства.

### Материал и методы исследования

В современных экономических условиях на фоне многочисленных санкций в отношении России, повлекших за собой необходимость импорт-замещения, на кафедре госпитальной хирургии НИУ «БелГУ» совместно с отделением лучевой диагностики ОКБ Святителя Иоасафа при непосредственном участии автора создано роботизированное устройство для автоматической биопсии мягких тканей [Пустовгар и др., 2019].

Сконструированная система включает в себя полукруглый кронштейн, который установлен на опоре, что дает ему возможность проворачиваться одновременно с фиксатором иглы при проведении процедуры забора образца ткани. Прибор оснащен электроприводным устройством, которое делает возможным движение всей конструкции по различным векторам. Габариты опоры крепления совпадают со средним объемом туловища обследуемого. По наружному периметру опоры агрегат снабжен выступами для закрепления ремнями на корпусе обследуемого. Представленная конструкция прочно фиксирует всю конструкцию к корпусу обследуемого, гарантируя оперативное и четкое проникновение иглы в интересующий район под пультовым управлением (рис. 1). Использование данной разработки в клинических условиях разрешено локальным этическим комитетом.

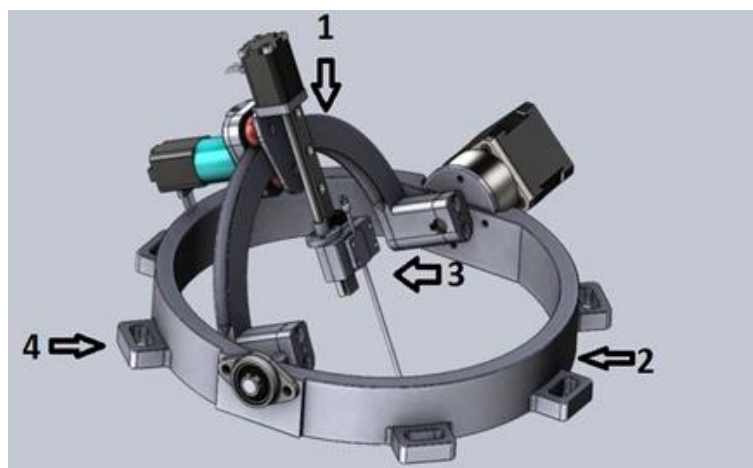


Рис. 1. Механическое устройство для трепанационной биопсии паренхиматозных органов, внешний облик: 1 – кронштейн, 2 – опора, 3 – фиксатор иглы, 4 – выступы для закрепления ремней при фиксации к корпусу обследуемого

Fig. 1. Mechanical device for trepanation biopsy of parenchymal organs, appearance: 1 – bracket, 2 – support, 3 – needle retainer, 4 – projections for fastening straps when fixed to the body of the subject

Для процесса визуализации использовалась МСК-томограф «Aquilion Lightning» (TSX-036A) японской фирмы «Canon Medical Systems Corporation». В его комплектацию входит пакет для выполнения интервенционных процедур, управляющий блок в центре управления, дисплей, прикладное обеспечение, узел для увеличения дистанции между гентри и столом, узел моделирования скорости движения гентри (до 0,5 сек). Система снабжена прикладным программным обеспечением для автоматизированного поиска патологических новообразований.



Методика автоматизированной пункции осуществлялась следующим образом. При первоначальной визуализации тестировали укладку обследуемого на компьютерном столе, намечали место забора ткани и рассчитывали вектор движения иглы. По окончании монтирования аппарат фиксировали на корпусе обследуемого. Выполняли дезинфекцию области пункции, местную анестезию, рассекали кожу. Коаксиальную иглу фиксировали в устройстве, ее кончик сближали с разрезом кожи, держатель фиксировали в требуемой позиции. Удаленно, из операторской, осуществляли корректировку вектора движения иглы и при приостановке дыхания обследуемым удаленно вводили иглу на нужную глубину в ткани организма. После достижения концом иглы намеченной цели выполняли забор материала и извлечение иглы. Исходя из протяженности хода задействовались коаксиальные иглы 10–15 см типовых диаметров G14 – G17. По завершению процесса осуществляли МСКТ-контроль для диагностики потенциальных осложнений. На рис. 2 отображено проведение механизированной биопсии в кабинете компьютерной диагностики.



Рис. 2. Проведение механизированной биопсии ретроперитонеальной области прямым задним доступом

Fig. 2. Conducting a mechanized biopsy of the retroperitoneal region by direct posterior access

Извлеченные биоптаты обрабатывались 10%-м формалином, обезживались спиртом и помещались в парафин. Готовились микротомные срезы, производилась их окраска гематоксидин-эозином. Затем препараты помещались в полистироль и исследовались под микроскопом.

В контрольной ретроспективной группе пациентов биопсия проводилась методом «свободной руки», которая широко освещена в литературе [Kubik et al., 2015; Beitone et al., 2021]. Кратко она заключалась в следующем. На время процедуры пациента помещали в томограф в положении лежа на столе (на боку или на животе) в зависимости от планирования траектории иглы. Биопсию выполняли под местной анестезией. Врач вводил иглу и продвигал ее по пункционной траектории. Прохождение иглы непрерывно контролировалось снимками МСКТ. Как только кончик иглы достигал «точки интереса», врач делал забор ткани. Таким образом, биопсия методом «свободной руки» проводилась под скопической навигацией в режиме «реального времени». В зоне воздействия ионизирующего излучения находился как пациент, так и врач.

В данный раздел исследования включены пациенты с поражениями забрюшинного пространства в связи с подозрением на злокачественную лимфому, метастазы в лимфатические узлы или первичную опухоль. Контрольную ретроспективную группу составили 20 пациентов (11 мужчин и 9 женщин), основную группу – 24 пациента (14 мужчин и 10 женщин). Средний возраст обследуемых в основной группе соответствовал  $59,5 \pm$



6,4 года, в контрольной группе –  $56,2 \pm 7,2$  года ( $p = 0,16$ ). Масса тела обследуемых в основной группе составила  $82,2 \pm 4,4$  кг, в контрольной группе –  $80,5 \pm 5,3$  кг ( $p = 0,19$ ).

Размеры пораженных участков варьировались в обеих группах от 1,4 до 12,6 см в диаметре. Средний диаметр образования в основной группе составил  $5,2 \pm 1,4$  см, в контрольной группе –  $4,8 \pm 2,2$  см ( $p = 0,24$ ). Из 44 пациентов очаги поражения, соответственно в основной/контрольной группе, были меньше 3 см у 13 (7/6) пациентов, от 3 до 6 см – у 16 (9/7) пациентов и больше 6 см – у 15 (8/7) пациентов. При этом очаги поражения в обеих группах значительно различались по месту локализации. Так, в основной/контрольной группе 14/10 были парааортальными, 3/2 – ретрокавальными, 2/2 располагались внутри поясничной мышцы или прилегали к ней, 2/2 – в подвздошной области, 2/1 – в пресакральном пространстве, 1/3 – в паравертебральной области. Глубина трека составляла от 3,5 до 11,5 см. В основной группе его длина в среднем составила  $8,6 \pm 0,8$  см, в контрольной группе –  $7,9 \pm 0,9$  см ( $p = 0,06$ ). Таким образом, состав обследуемых по возрасту, полу, объему патологических очагов в сравниваемых группах достоверно не отличался.

### Результаты и их обсуждение

Обе методики оказались технически успешными у всех пациентов обеих групп. Оценка результатов показала, что в обеих группах не было статистических различий по видам доступов к «месту интереса». Передний доступ с пациентом, находящимся в переднем наклонном положении, был выполнен у 2/1 пациентов, задний доступ с пациентом в положении лежа на животе – у 22/19 пациентов в основной/контрольной группе. У каждого пациента, вне зависимости от осуществляемой методики, было произведено в среднем 2 забора материала из разных точек с диапазоном 1–4 в течение одной процедуры. Патологический диагноз не был поставлен 2 пациентам основной группы и 2 пациентам контрольной группы в результате нерепрезентативности либо недостаточного количества материала. Средний диаметр данных образований составлял 4 см, а длина траектории доступа – в среднем 10 см по глубине. Эти результаты соответствуют данным литературы, по которым на сегодняшний день морфологически дифференцируются только 80–90 % новообразований [Abi-Jaoudeh et al., 2016; Tomita et al., 2020; Shao et al., 2018].

Из 2 групп пациентов 39 пунктируемых образований оказались злокачественными и только 5 были доброкачественными: у 2 пациентов в основной группе и у 3 в контрольной группе. Из злокачественных новообразований преобладали лимфомы – у 20 пациентов, у 10 пациентов были диагностированы метастазы в лимфатические узлы, у 9 – первичные опухоли. В 2 случаях это была рабдомиосаркома, в 1 – злокачественная опухоль оболочки периферического нерва, в 1 – примитивная нейроэктодермальная опухоль, в 1 – злокачественная шваннома, в 1 – местный рецидив рака прямой кишки, еще в 2 случаях – саркома, которая не поддавалась подклассификации. Доброкачественные новообразования включали шванномы в 4 случаях и 1 ангиомиолипому. Аналогичный спектр гистологических результатов представлен и в работах других исследователей [Largos et al., 2019; Nardi et al., 2024].

Серьезных осложнений, потребовавших хирургического вмешательства, не было зарегистрировано в обеих группах пациентов. Некритичные осложнения были отмечены у 2 пациентов основной группы и у 5 – контрольной группы. У 3 пациентов были отмечены небольшие забрюшинные гематомы в поясничной мышце и у 2 пациентов – в прилегающей к ней клетчатке, что было диагностировано при контрольной МСКТ сразу после пункции (рис. 3, а, б). При обзоре литературы процент осложнений не превышал таковой по данным других исследований, а в основной группе был ниже [Largos et al., 2019; Drovak et al., 2020].

Гистологические диагнозы полученных образцов ткани как злокачественные результаты в обеих группах обследуемых были в полной мере доказаны их хирургическим удалением с последующей гистологической верификацией в 4 случаях, периодическим визуальным контролем на протяжении 6 месяцев и более – в 40 случаях.

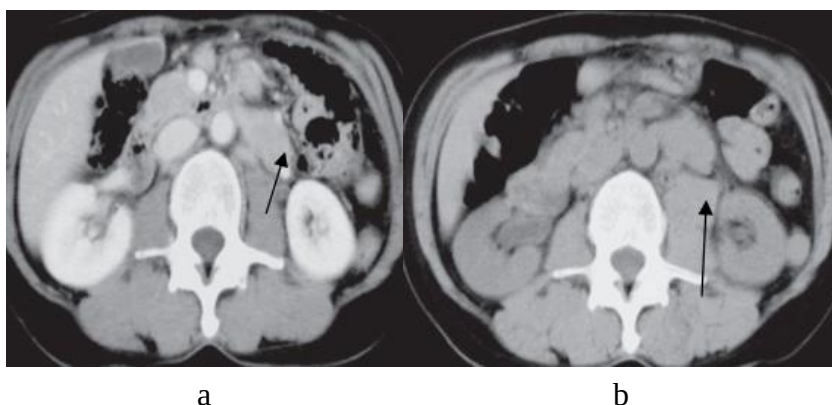


Рис. 3. а – диагностическая МСКТ в аксиальной плоскости с контрастированием, положение пациента лежа на спине; стрелкой указано новообразование в парааортальной области диаметром 3 см. б – контрольная МСКТ после биопсии задним доступом с визуализацией забрюшинной гематомы (стрелка)

Fig. 3. a – diagnostic MSCT in the axial plane with contrast, the position of the patient lying on his back; the arrow indicates a neoplasm in the paraaortic region with a diameter of 3 cm. b – control MSCT after a posterior access biopsy with visualization of retroperitoneal hematoma (arrow)

Из 5 случаев новообразований, определенных как доброкачественные, 2 – в основной группе и 3 – в контрольной группе, 4 оставались стабильными при контрольной МСКТ через 6 и 12 месяцев. У одного пациента контрольной группы новообразование, расцененное при гистологическом исследовании как лимфаденопатия, в ходе наблюдения постепенно увеличивалась в размерах, и при повторной биопсии лимфоузла было диагностировано метастазирование рака толстой кишки. Из оставшихся 4 поражений, интерпретируемых вначале как доброкачественные, в дальнейшем 1 оказалось злокачественным при повторной биопсии, а при последующей визуализации – 3.

Результаты интерпретировали согласно рекомендациям И.П. Королук, Л.Д. Линденбрaten [Королук, Линденбрaten, 2020]. Результаты биопсий этой серии показали в основной группе 22 истинно положительных результата и 2 ложно отрицательных результата; в контрольной группе – 17 истинно положительных результатов, 2 ложноотрицательных результата и 1 истинно отрицательный результат.

Таким образом, в основной группе мы получили чувствительность метода 91,6 %, специфичность – 100 %, точность – 91,6 %; в контрольной группе чувствительность – 85 %, специфичность – 100 %, точность – 85 %.

Средняя длительность проведения процедуры в основной группе составила  $29,3 \pm 8,5$  мин, в контрольной –  $45,5 \pm 9,7$  мин ( $p < 0,001$ ). Таким образом, за счет сокращения продолжительности процедуры удалось снизить лучевую нагрузку на пациента. В среднем эффективная эквивалентная доза радиации, полученная пациентами основной группы, составила  $10,9 \pm 0,9$  мЗв, а пациентами контрольной группы –  $15,7 \pm 1,4$  ( $p = 0,01$ ).

### Заключение

Поражения лимфатических узлов и наличие внеорганных новообразований забрюшинной области отличается большой патоморфологической гетерогенностью. Наше исследование показало, что их чрескожная трепан-биопсия под МСКТ-навигацией является эффективной диагностической процедурой, позволяющей избежать диагностических открытых или лапароскопических оперативных вмешательств и в большинстве случаев установить гистологический диагноз для назначения таргетной терапии или последующего оперативного лечения. В то же время следует подчеркнуть, что биопсия под контролем МСКТ чаще всего проводится методом «свободной руки», лучевому воздействию подвергается

как пациент, так и врач-интервенционист, кроме того, лучевая нагрузка при интервенционных методах значительно выше, чем при обычных диагностических МСКТ. Разработанное устройство для чрескожной пункционной биопсии за счет в большей степени аккуратного автоматического продвижения иглы по запланированному вектору сделало возможным повысить точность метода, сократить количество осложнений, продолжительность процедуры, что сказалось на снижении лучевой экспозиции обследуемого. Также автоматизированный метод позволил исключить лучевое воздействие на медицинский персонал.

### Список литературы

- Вебер Э., Виленски Дж.А., Кармайлл С.У., Ли К.С. 2020. Лучевая анатомия. Атлас с иллюстрациями Неттера. Пер. с англ. Издательство Панфилова, 504 с.
- Китаев В.М., Бронов О.Ю., Пихута Д.А., Кузин В.С., Круглина Р.В., Шебряков В.В. 2017. Лучевая диагностика сегодня: традиции и инновации. Вестник Национального медико-хирургического Центра им. Н.И. Пирогова. 12(4), часть 1: 97–99.
- Королюк И.П., Линденбрaten Л.Д. 2020. Лучевая диагностика: Учебник, 3-е изд., перераб. и доп. М.: БИНОМ, 496 с. ISBN 978-5-9518-0548-5
- Мельников В.В. 2019. Рентгенография в диагностике заболеваний органов грудной клетки. 2-е издание. Жанр, Медицина, 281 с.
- Пустовгар А.А., Ломакин К.А., Казеный А.Б. Стереотаксический держатель иглы для биопсии паренхиматозных органов // Патент РФ №190455. Патентообладатель Пустовгар Андрей Андреевич. 2019. Бюл. № 19.
- Терновой С.К., Васильев А.Ю., Сеницын В.Е., Шехтер А.И. 2020. Лучевая диагностика и терапия. В 2-х томах. Медицина.
- Abi-Jaoudeh N., Fisher T., Jacobus J., Skopes M., Radaelli A., Van Der Bom I.M., Wesley R., Wood B.J. 2016. Prospective Randomized Trial for Image Guided Biopsy Using Cone Beam Computed Tomography Navigation Compared to Conventional Computed Tomography. J. Vasc. Interv. Radiol. 27(9) : 1342–1349. doi:10.1016/j.jvir.2016.05.034.
- Beitone C., Fiard G., Troccaz J. 2021. Towards Real-Time Free-Hand Biopsy Navigation. Med Phys. 48(7) : 3904–3915. doi: 10.1002/mp.14582.
- Dvorak P., Hoffmann P., Balik M., Hoffmannova M., Kopecky J. Dvorakova R., Nova M. 2020. Percutaneous Biopsy of Retroperitoneal Lesions – 10-Year Experience of a Single Centre. Biomed. Pap. Med. Fac. Univ. Palacky Olomouc Czech Repub. 164(4) : 435–443. doi: 10.5507/bp.2019.028.
- Hosseini S.M., Talebi Boroujeni P., Dalil D., Hosseini Siyanaki M.R., Golestanha S.A., Gity M. 2023. Worldwide Knowledge About Interventional Radiology Among Medical Students: Findings of a Comprehensive Review. Cardiovasc. Intervent. Radiol. 46(11): 1641–1654. doi: 10.1007/s00270-023-03558-z
- Kubik M.J., Bovbel A., Goli H., Saremian J., Siddiqi A., Masood S. 2015. Diagnostic Value and Accuracy of Imprint Cytology Evaluation During Image-Guided Core Needle Biopsies: Review of Our Experience at a Large Academic Center. Diagn. Cytopathol. 43(10): 773–779. doi: 10.1002/dc.23300.
- Lagos C.C., Gallardo E., Huete Á. 2019. CT-Guided Core Biopsy for Retroperitoneal Lesions. Experience in 136 Procedures. Rev. Med. Chil. 147(10): 1266–1272. doi: 10.4067/s0034-98872019001001266.
- Lamba R., Corwin M.T., Fananapazir G. 2016. Practical Dose Reduction Tips for Abdominal Interventional Procedures Using CT-Guidance. Abdom. Radiol (NY). – 41(4): 743–753. doi: 10.1007/s00261-016-0670-6.
- Marcu R.D., Diacontu C.C., Constantin T., Socea B., Radu F.I., Mischianui D.L.D., Bratu O.G. 2019. Minimally Invasive Biopsy in Retroperitoneal Tumors (Review). Experimental and Therapeutic Medicine. 18: 5016–5020. doi: 10.3892/etm.2019.8020
- Morgan R., Cleveland T., Hamady M., Oberoi R., Haslam P. 2021. Interventional Radiology in the 21st Century: Planning for the Future. Clin. Radiol. 76(12): 865–869. doi: 10.1016/j.crad.2021.10.001.
- Nardi W., Nicolas N., El Zein S., Tzanis D., Bouhadiba T., Helfre S., Watson S., Brisse H.J., Servois V., Bonvalot S. 2024. Diagnostic Accuracy and Safety of Percutaneous Core Needle Biopsy of Retroperitoneal Tumours. Eur. J. Surg. Oncol. 50(1): 107298. doi: 10.1016/j.ejso.2023.107298.
- Protto S., Sillanpää N. 2022. Interventional Radiology: Tradition or Evolution? Cardiovasc. Intervent. Radiol. 45(10): 1566–1567. doi: 10.1007/s00270-022-03124-z.



- Rousseau H., Vernhet-Kovacsik H., Mouroz P.R., Otal P., Meyrignac O., Mokrane F.Z. 2019. Future of Interventional Radiology. *Presse. Med.* 48(6): 648–654. doi: 10.1016/j.lpm.2019.03.015 (in French).
- Sánchez Y., Anvari A., Samir A.E., Arellano R.S., Prabhakar A.M., Uppot R.N. 2017. Navigational Guidance and Ablation Planning Tools for Interventional Radiology. *Curr. Probl. Diagn. Radiol.* 46(3): 225–233. doi: 10.1067/j.cpradiol.2016.11.002.
- Sarmiento S., Pereira J.S., Sousa M.J., Cunha L.T., Dias A.G. 2018. The Use of Needle Holders in CTF Guided Biopsies as a Dose Reduction Tool. *J. Appllin. Med. Phys.* 19(1): 250–258. doi: 10.1002/acm2.12234
- Shao H., McCarthy C., Wehrenberg-Klee E., Thabet A., Uppot R., Dawson S. 2018. CT-Guided Percutaneous Needle Biopsy of Retroperitoneal and Pelvic Lymphadenopathy: Assessment of Technique, Diagnostic Yield, and Clinical Value. *J. VascInterv. Radiol.* 29: 1429–1436.
- Tam A.L., Heran M.K.S., Sangha B.S., Rafiei P., Ramalingam V. 2019. Society of Interventional Radiology Standards Division 2019 Document Review. *J Vasc. Interv. Radiol.* 31(2): 282–283. doi: 10.1016/j.jvir.2019.10.007.
- Tomita K., Iguchi T., Hiraki T., Matsui Y., Uka M., Komaki T., Gobara H., Kanazawa S. 2020. Computed Tomography Fluoroscopy-Guided Core Needle Biopsy of Abdominal Para-Aortic Lesions: A Retrospective Evaluation of the Diagnostic Yield and Safety. *Interventional Radiology.* 5(3): 128–133.
- Warhadpande S., Khaja M.S., Kaufman C., Rochon P.J., Marx M.V., Sabri S.S. 2022. Early Lessons Learned with the Independent IR Residency Selection Process: Similarities and Differences from the Vascular and Interventional Radiology Fellowship. *Acad. Radiol.* 29(10): 1590–1594. doi:10.1016/j.acra.2021.10.010.

## References

- Veber E., Vilenski Dzh.A., Karmajkl S.U., Li K.S. 2020. Luchevaya anatomiya. Atlas s illyustracijami Nettera [Radiation Anatomy. Atlas with Illustrations by Netter]. Per. s angl. Izdatel'stvo Panfilova, 504 s.
- Kitaev V.M., Bronov O.Yu., Pihuta D.A., Kuzin V.S., Kruglina R.V., Shebryakov V.V. 2017. Luchevaya diagnostika segodnya: tradicii i innovacii [Radiation Diagnostics Today: Traditions and Innovations]. *Vestnik Nacional'nogo mediko-hirurgicheskogo Centra im. N.I. Pirogova.* 12(4), chast' 1: 97–99.
- Korolyuk I.P., Lindenbraten L.D. 2020. Luchevaya diagnostika [Radiation Diagnostics]: Uchebnik, 3-e izd., pererab. i dop. M.: BINOM, 496 s. ISBN 978-5-9518-0548-5
- Mel'nikov V.V. 2019. Rentgenografiya v diagnostike zabolevanij organov grudnoj kletki [Radiography in the Diagnosis of Diseases of the Chest Organs]. 2-e izdanie. Zhanr, Medicina, 281 s.
- Pustovgar A.A., Lomakin K.A., Kazenyj A.B. Stereotaksicheskij derzhatel' igly dlya biopsii parenhimatoznyh organov [Stereotactic Needle Holder for Solid Organ Biopsy] // Patent RF № 190455. Patentoobladatel' Pustovgar Andrej Andreevich. 2019. Byul. № 19.
- Ternovoj S.K., Vasil'ev A.Yu., Sinicyn V.E., Shekhter A.I. 2020. Luchevaya diagnostika i terapiya [Radiation Diagnostics and Therapy]. V 2-h tomah. Medicina.
- Abi-Jaoudeh N., Fisher T., Jacobus J., Skopce M., Radaelli A., Van Der Bom I.M., Wesley R., Wood B.J. 2016. Prospective Randomized Trial for Image Guided Biopsy Using Cone Beam Computed Tomography Navigation Compared to Conventional Computed Tomography. *J. Vasc. Interv. Radiol.* 27(9) : 1342–1349. doi:10.1016/j.jvir.2016.05.034.
- Beitone C., Fiard G., Troccaz J. 2021. Towards Real-Time Free-Hand Biopsy Navigation. *Med Phys.* 48(7) : 3904–3915. doi: 10.1002/mp.14582.
- Dvorak P., Hoffmann P., Balik M., Hoffmannova M., Kopecky J. Dvorakova R., Nova M. 2020. Percutaneous Biopsy of Retroperitoneal Lesions – 10-Year Experience of a Single Centre. *Biomed. Pap. Med. Fac. Univ. Palacky Olomouc Czech Repub.* 164(4) : 435–443. doi: 10.5507/bp.2019.028.
- Hosseini S.M., Talebi Boroujeni P., Dalil D., Hosseini Siyanaki M.R., Golestanha S.A., Gity M. 2023. Worldwide Knowledge About Interventional Radiology Among Medical Students: Findings of a Comprehensive Review. *Cardiovasc. Intervent. Radiol.* 46(11): 1641–1654. doi: 10.1007/s00270-023-03558-z
- Kubik M.J., Bovbel A., Goli H., Saremi J., Siddiqi A., Masood S. 2015. Diagnostic Value and Accuracy of Imprint Cytology Evaluation During Image-Guided Core Needle Biopsies: Review of Our Experience at a Large Academic Center. *Diagn. Cytopathol.* 43(10): 773–779. doi: 10.1002/dc.23300.
- Lagos C.C., Gallardo E., Huete Á. 2019. CT-Guided Core Biopsy for Retroperitoneal Lesions. Experience in 136 Procedures. *Rev. Med. Chil.* 147(10): 1266–1272. doi: 10.4067/s0034-98872019001001266.

- Lamba R., Corwin M.T., Fananapazir G. 2016. Practical Dose Reduction Tips for Abdominal Interventional Procedures Using CT-Guidance. *Abdom. Radiol (NY)*. – 41(4): 743–753. doi: 10.1007/s00261-016-0670-6.
- Marcu R.D., Diacontu C.C., Constantin T., Socea B., Radu F.I., Mischianui D.L.D., Bratu O.G. 2019. Minimally Invasive Biopsy in Retroperitoneal Tumors (Review). *Experimental and Therapeutic Medicine*. 18: 5016–5020. doi: 10.3892/etm.2019.8020
- Morgan R., Cleveland T., Hamady M., Oberoi R., Haslam P. 2021. Interventional Radiology in the 21st Century: Planning for the Future. *Clin. Radiol.* 76(12): 865–869. doi: 10.1016/j.crad.2021.10.001.
- Nardi W., Nicolas N., El Zein S., Tzanis D., Bouhadiba T., Helfre S., Watson S., Brisse H.J., Servois V., Bonvalot S. 2024. Diagnostic Accuracy and Safety of Percutaneous Core Needle Biopsy of Retroperitoneal Tumours. *Eur. J. Surg. Oncol.* 50(1): 107298. doi: 10.1016/j.ejso.2023.107298.
- Protto S., Sillanpää N. 2022. Interventional Radiology: Tradition or Evolution? *Cardiovasc. Intervent. Radiol.* 45(10): 1566–1567. doi: 10.1007/s00270-022-03124-z.
- Rousseau H., Vernhet-Kovacsik H., Mouroz P.R., Otal P., Meyrignac O., Mokrane F.Z. 2019. Future of Interventional Radiology. *Presse. Med.* 48(6): 648–654. doi: 10.1016/j.lpm.2019.03.015 (in French).
- Sánchez Y., Anvari A., Samir A.E., Arellano R.S., Prabhakar A.M., Uppot R.N. 2017. Navigational Guidance and Ablation Planning Tools for Interventional Radiology. *Curr. Probl. Diagn. Radiol.* 46(3): 225–233. doi: 10.1067/j.cpradiol.2016.11.002.
- Sarmiento S., Pereira J.S., Sousa M.J., Cunha L.T., Dias A.G. 2018. The Use of Needle Holders in CTF Guided Biopsies as a Dose Reduction Tool. *J. Appllin. Med. Phys.* 19(1): 250–258. doi: 10.1002/acm2.12234
- Shao H., McCarthy C., Wehrenberg-Klee E., Thabet A., Uppot R., Dawson S. 2018. CT-Guided Percutaneous Needle Biopsy of Retroperitoneal and Pelvic Lymphadenopathy: Assessment of Technique, Diagnostic Yield, and Clinical Value. *J. VascInterv. Radiol.* 29: 1429–1436.
- Tam A.L., Heran M.K.S., Sangha B.S., Rafiei P., Ramalingam V. 2019. Society of Interventional Radiology Standards Division 2019 Document Review. *J Vasc. Interv. Radiol.* 31(2): 282–283. doi: 10.1016/j.jvir.2019.10.007.
- Tomita K., Iguchi T., Hiraki T., Matsui Y., Uka M., Komaki T., Gobara H., Kanazawa S. 2020. Computed Tomography Fluoroscopy-Guided Core Needle Biopsy of Abdominal Para-Aortic Lesions: A Retrospective Evaluation of the Diagnostic Yield and Safety. *Interventional Radiology.* 5(3): 128–133.
- Warhadpande S., Khaja M.S., Kaufman C., Rochon P.J., Marx M.V., Sabri S.S. 2022. Early Lessons Learned with the Independent IR Residency Selection Process: Similarities and Differences from the Vascular and Interventional Radiology Fellowship. *Acad. Radiol.* 29(10): 1590–1594. doi:10.1016/j.acra.2021.10.010.

**Конфликт интересов:** о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

**Conflict of interest:** no potential conflict of interest related to this article was reported.

Поступила в редакцию 24.05.2024

Поступила после рецензирования 06.06.2024

Принята к публикации 14.08.2024

Received May 24, 2024

Revised June 06, 2024

Accepted August 14, 2024

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

**Пустовгар Андрей Андреевич**, врач отделения лучевой диагностики, Белгородская областная клиническая больница Святителя Иоасафа, г. Белгород, Россия

 [ORCID: 0009-0007-8678-1950](https://orcid.org/0009-0007-8678-1950)

## INFORMATION ABOUT AUTHOR

**Andrey A. Pustovgar**, Doctor of the Department of Radiation Diagnostics, Belgorod Regional Clinical Hospital of St. Joseph, Belgorod, Russia



УДК 616.37-002.4-084  
DOI 10.52575/2687-0940-2024-47-3-408-417  
Оригинальная статья

## Кислотно-основное равновесие слюны у больных с различной степенью тяжести течения острого панкреатита

Яшнов А.А. , Яшнова Н.Б. , Ханина Ю.С. , Осоруев А.Г.

Читинская государственная медицинская академия,  
Россия, 672000, г. Чита, ул. Горького, 39а  
E-mail: [alexyashnov@mail.ru](mailto:alexyashnov@mail.ru)

**Аннотация.** Цель работы. Изучить изменение кислотно-основного равновесия в полости рта при различных вариантах течения острого панкреатита. Материалы и методы. На базе ГУЗ «Городская клиническая больница № 1» и ГУЗ «Краевая клиническая больница» г. Читы за период 2021–2023 гг. выполнено одномоментное исследование, в которое вошли 95 пациентов ( $n = 95$ ), страдающих острым панкреатитом различной степени тяжести, в возрасте от 15 до 80 лет. У пациентов при поступлении проводили измерение pH слюны с помощью лакмусовых полосок фирмы ООО «ЭКРОСХИМ», г. Санкт-Петербург. Статистическую обработку полученных результатов проводили с помощью программы SPSS Statistics 11.0 с соблюдением принципов статистического анализа, принятых для исследований в биологии и медицине. С целью оценки корреляции и определения тесноты и направления корреляционной связи между двумя признаками использовался критерий Спирмена. При сравнении исследуемых групп и группы клинического сравнения использовался критерий Стьюдента с поправкой Бонферрони. Результаты. В результате исследования установлено, что у пациентов с острым панкреатитом происходит смещение показателей pH слюны в кислую сторону 4,2–6,2 со средним значением  $5,4 \pm 0,4$ . Вместе с тем у пациентов с острым панкреатитом выявлено смещение кислотно-щелочного баланса слюны в сторону его закисления по мере нарастания воспалительно-деструктивных изменений в паренхиме поджелудочной железы. Данный установленный факт представляет определенный интерес для своевременной диагностики степени тяжести течения острого панкреатита.

**Ключевые слова:** острый панкреатит, pH, кислотно-основное равновесие слюны, слюна, хирургия

**Для цитирования:** Яшнов А.А., Яшнова Н.Б., Ханина Ю.С., Осоруев А.Г. 2024. Кислотно-основное равновесие слюны у больных с различной степенью тяжести течения острого панкреатита. *Актуальные проблемы медицины*, 47(3): 408–417. DOI: 10.52575/2687-0940-2024-47-3-408-417

**Финансирование:** Работа выполнена без внешних источников финансирования.

## Acid-Base Balance of Saliva in Patients with Varying Degrees of Severity of Acute Pancreatitis

Aleksey A. Yashnov , Nadezhda B. Yashnova , Yulia S. Khanina ,  
Artur G. Osoruyev

Chita State Medical Academy,  
39a Gorky St., Chita 672000, Russia  
E-mail: [alexyashnov@mail.ru](mailto:alexyashnov@mail.ru)

**Abstract.** The purpose of the work. To study the change in acid-base balance in the oral cavity in various variants of the course of acute pancreatitis. Materials and methods. On the basis of GUZ "City Clinical

© Яшнов А.А., Яшнова Н.Б., Ханина Ю.С., Осоруев А.Г., 2024

Hospital No. 1" and GUZ "Regional Clinical Hospital" Chita for the period 2021–2023, a single-stage study was performed, which included 95 patients ( $n=95$ ) suffering from acute pancreatitis of varying severity aged 15 to 80 years. At admission, the pH of saliva was measured using litmus strips from EKROSCHEM LLC, St. Petersburg. Statistical processing of the obtained results was carried out using the SPSS Statistics 11.0 program in compliance with the principles of statistical analysis adopted for research in biology and medicine. In order to assess the correlation and determine the closeness and direction of the correlation between the two features, Spearman's criterion was used. When comparing the study groups and the clinical comparison group, the Student's criterion with the Bonferroni correction was used. Results. As a result of the study, it was found that in patients with acute pancreatitis, the pH of saliva is shifted to the acidic side of 4.2–6.2 with an average value of  $5.4 \pm 0.4$ . At the same time, in patients with acute pancreatitis, a shift in the acid-base balance of saliva towards its acidification was revealed as inflammatory and destructive changes in the pancreatic parenchyma increase. This established fact is of particular interest for the timely diagnosis of the severity of acute pancreatitis.

**Keywords:** acute pancreatitis, pH, acid-base balance of saliva, saliva, surgery

**For citation:** Yashnov A.A., Yashnova N.B., Khanina Yu.S., Osoruev A.G. 2024. Acid-Base Balance of Saliva in Patients with Varying Degrees of Severity of Acute Pancreatitis. *Challenges in Modern Medicine*, 47(3): 408–417 (in Russian). DOI: 10.52575/2687-0940-2024-47-3-408-417

**Funding:** The work was completed without external sources of funding.

---

## Введение

Острый панкреатит является тяжёлым хирургическим заболеванием, связанным с воспалительной реакцией в тканях поджелудочной железы, в основе которой лежат процессы некробиоза панкреатоцитов и ферментная аутоагрессия, протекающее с развитием системного воспалительного ответа и органной дисфункций. По данным главного хирурга России, острым панкреатитом страдает около 135–160 тыс. человек в год. При этом госпитальная летальность достигает 3,4 % и составляет около 5 тыс. смертей в год. Оперативная активность в отношении острого панкреатита держится на уровне 10 % (14 тыс.), а послеоперационная летальность приближается к 20 % (2,8 тыс.) [Корымасов, Хорошилов, 2021; Витенберг и др., 2022; Кузин, 2022; Ревিশвили, 2022; Мерзликин, 2023].

Необходимо отметить, что в настоящее время ведется активный поиск новых предикторов, которые позволили бы спрогнозировать течение данного заболевания. При анализе литературы установлено, что существует недостаточное количество сведений о кислотно-основном равновесии слюны у больных с острым панкреатитом в зависимости от уровня деструкции тканей поджелудочной железы.

Необходимо начать с того, что изменение кислотно-щелочного равновесия в организме, несомненно, приведет к изменению кислотности в полости рта, следовательно, можно определенным образом сделать вывод о состоянии гомеостаза последнего и, как следствие, гомеостаза в целом. Состояние слизистых оболочек полости рта напрямую зависит от критериев соматического здоровья больных [Иманов и др., 2022; Сухоруких и др., 2022; Иманов и др., 2023; Раскопина, Новикова, 2023].

Ротовая жидкость в своем первоначальном виде в полости рта представлена слюной и различной органикой (микробы, эпителий, пищевые волокна и другие). Слюна представлена сложным многокомпонентным комплексом и состоит из белков, ферментов, гормонов, углеводов, сыворотки крови, клеток тканей полости рта, а также минеральных компонентов. Одной из важных функций слюны является минерализирующая, которая и определяется составом слюны и физико-биологическими свойствами данной жидкости. В исследовании как отечественных, так и зарубежных авторов указывается на гомеостатическую функцию ротовой жидкости, которая заключается в поддержании именно кислотно-основного состояния. В случае наличия у больного патологического состояния происходит изменение и pH





слюны. Так, у больных ишемическим инсультом в остром периоде образуется определенный комплекс изменений в ротовой жидкости, который обусловлен гипоксическим повреждением, приводящий к угнетению ферментной активности ряда энзимов антиоксидантной защиты с последующей активацией гликогенолиза. Основными ферментами ротовой жидкости являются лизоцим и амилаза. В свою очередь за минеральный обмен в ротовой полости отвечают кислая и щелочная фосфатаза, которые содержатся в слюне [Есаян, 2017; Громова и др., 2020; Фрик, 2020; Ходжаева, 2022; Чонтян, Кинч, 2022].

У здорового человека показатель концентрации pH слюны варьирует в пределах от 6,5 до 7,5. Рядом ученых подтвержден тот факт, что у больных с острым панкреатитом наблюдается внутрипротоковый ацидоз. Как известно, шок, который и обуславливает тяжесть острого панкреатита, сопровождается метаболическим ацидозом. Эдотоксикоз, обусловленный продуктами распада разрушенных тканей поджелудочной железы, приводит к снижению потребления кислорода в печени и способствует накоплению кислых метаболитов как результат селективного ингибирования метаболизма [Корымасов, Хорошилов, 2021; Витенберг, Ходкевич, 2022; Кузин, 2022; Мерзликин, 2023].

Необходимо отметить тот факт, что исследование слюны по многим клинко-биологическим параметрам является неинвазивным методом. Это и определяет его преимущество относительно рутинных методов исследования крови. В настоящее время слюна используется для изучения содержания в ней наркотических, токсических веществ, ряда ферментов, гормонов и микроорганизмов.

### **Цель работы**

Изучить изменение кислотно-основного равновесия в полости рта при различных вариантах течения острого панкреатита.

### **Материалы и методы**

На базе ГУЗ «Городская клиническая больница № 1» и ГУЗ «Краевая клиническая больница» г. Читы за период 2021–2023 гг. выполнено одномоментное исследование, в которое вошли 95 пациентов ( $n = 95$ ), страдающих острым панкреатитом различной степени тяжести, в возрасте от 15 до 80 лет. Все больные подразделены на 3 группы в зависимости от степени тяжести течения острого панкреатита: группа 1 – пациенты с острым панкреатитом легкой степени тяжести ( $n = 34$ ), группа 2 – с острым панкреатитом средней степени ( $n = 31$ ), группа 3 – с острым панкреатитом тяжелой степени ( $n = 30$ ). Степень тяжести панкреатита выставлялась согласно клиническим рекомендациям 2021 (20.04.2021), утвержденным Минздравом РФ по ведению больных с острым панкреатитом [Ревিশвили, 2021]:

- легкая степень соответствует отечной форме острого панкреатита без органических расстройств;
- средняя степень характеризуется перипанкреатическим жидкостным скоплением, некротическим скоплением, перипанкреатическим инфильтратом, отграниченным некрозом, транзиторной органической недостаточностью продолжительностью до 48 часов;
- тяжелая степень проявляется наличием инфицированного панкреонекроза, органической недостаточностью длительностью более 48 часов.

Дополнительно выделена группа клинического сравнения – больные с хроническим рецидивирующим панкреатитом в период обострения ( $n = 35$ ).

У пациентов при поступлении проводили измерение pH слюны с помощью лакмусовых полосок фирмы ООО «ЭКРОСХИМ», г. Санкт-Петербург. Статистическую обработку полученных результатов проводили с помощью программы SPSS Statistics 11.0 с соблюдением принципов статистического анализа, принятых для исследований в биологии и медицине. Результаты приведены в среднем значении со стандартным отклонением. С целью оценки корреляции и определения тесноты и направления корреляционной связи между



двумя признаками использовался критерий Спирмена. При сравнении исследуемых групп и группы клинического сравнения использовался критерий Стьюдента с поправкой Бонферрони.

### Результаты

В результате исследования установлено, что у пациентов с острым панкреатитом происходит смещение показателей pH слюны в кислую сторону 4,2–6,2 со средним значением  $5,4 \pm 0,4$ , что в 1,3 раза ниже, чем у здоровых ( $p < 0,001$ ) и группы клинического сравнения в 1,2 раза ниже ( $6,5 \pm 0,6$ ) ( $p = 0,001$ ) (рис. 1).

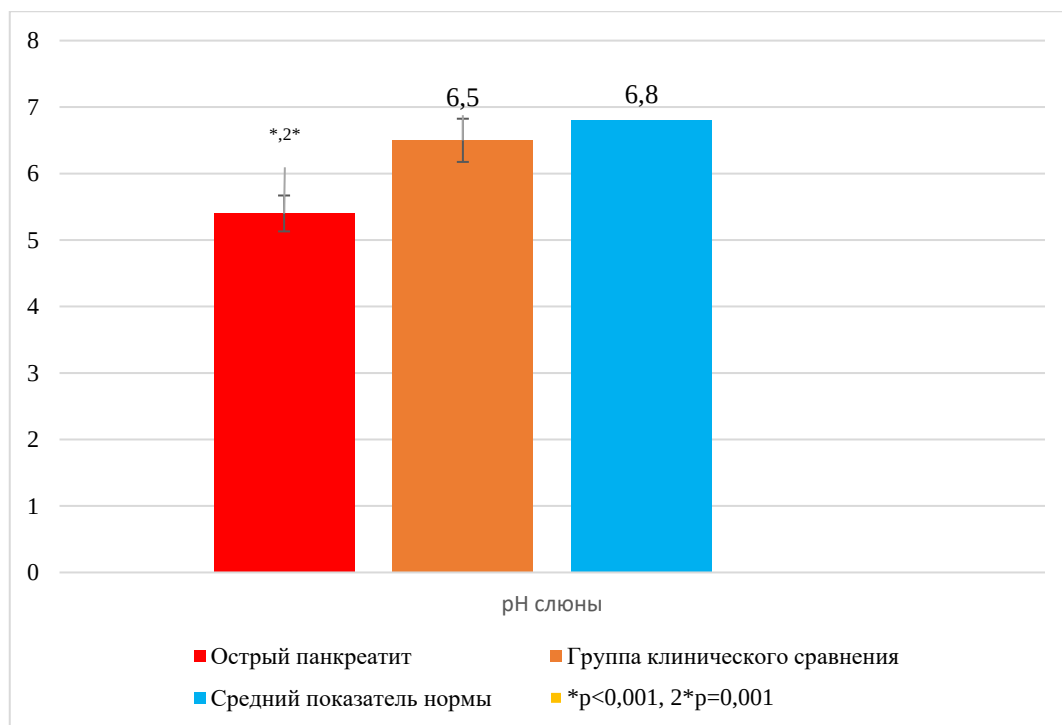


Рис. 1. pH слюны у пациентов с острым панкреатитом, здоровых и в группе клинического сравнения

Fig. 1. Saliva pH in patients with acute pancreatitis, healthy and in the clinical comparison group

При этом в результате исследования выявлено, что средний показатель pH слюны у пациентов с легкой степенью тяжести составил  $6,2 \pm 0,46$  (рис. 2), что находится в диапазоне нормального распределения pH в полости рта и тем не менее относительно среднего показателя нормы выше в 1,09 раза ( $p = 0,001$ ). Наряду с этим установлено, что среднее значение pH слюны у больных средней степенью тяжести составил  $5,7 \pm 0,48$  (рис. 2), что также входит в когорты нормального значения кислотно-основного баланса слюны, но ниже среднего значения, полученного в группе с легкой степенью, в 1,08 раза ( $p < 0,001$ ), в группе клинического сравнения – в 1,14 ( $p < 0,001$ ), а показателя нормы – в 1,19 раза ( $p < 0,001$ ). Вместе с тем у больных с тяжелой степенью острого панкреатита значение pH слюны оставило  $4,2 \pm 0,28$  (рис. 2), что значительно ниже показателей, полученных в других группах: группы нормы – в 1,61 раза ( $p < 0,001$ ), группы клинического сравнения – в 1,54 ( $p < 0,001$ ), легкой степени – в 1,47 раза ( $p < 0,001$ ), средней степени – в 1,45 раза ( $p < 0,001$ ) (рис. 3).

В исследовании отмечается обратная слабая корреляционная связь между уровнем pH в группе больных с острым панкреатитом легкой степени и показателем pH у пациентов со средней степенью (критерий Спирмена -0,303,  $p < 0,05$ ).

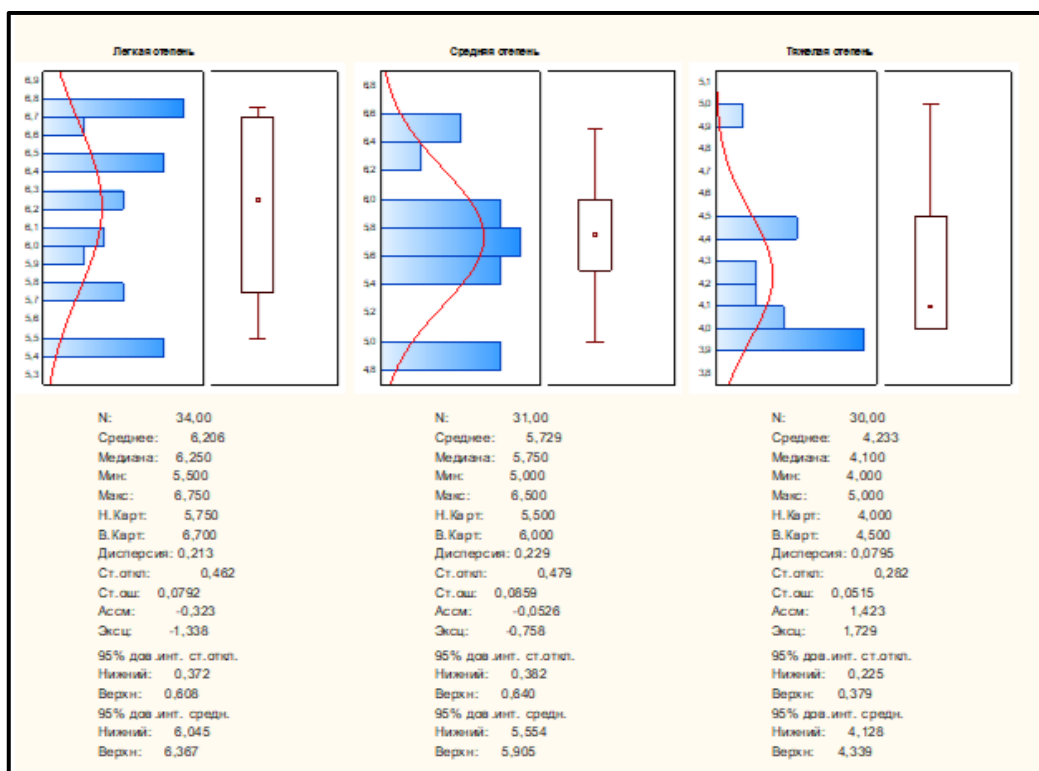


Рис. 2. pH слюны у больных с острым панкреатитом  
Fig. 2. Saliva pH in patients with acute pancreatitis

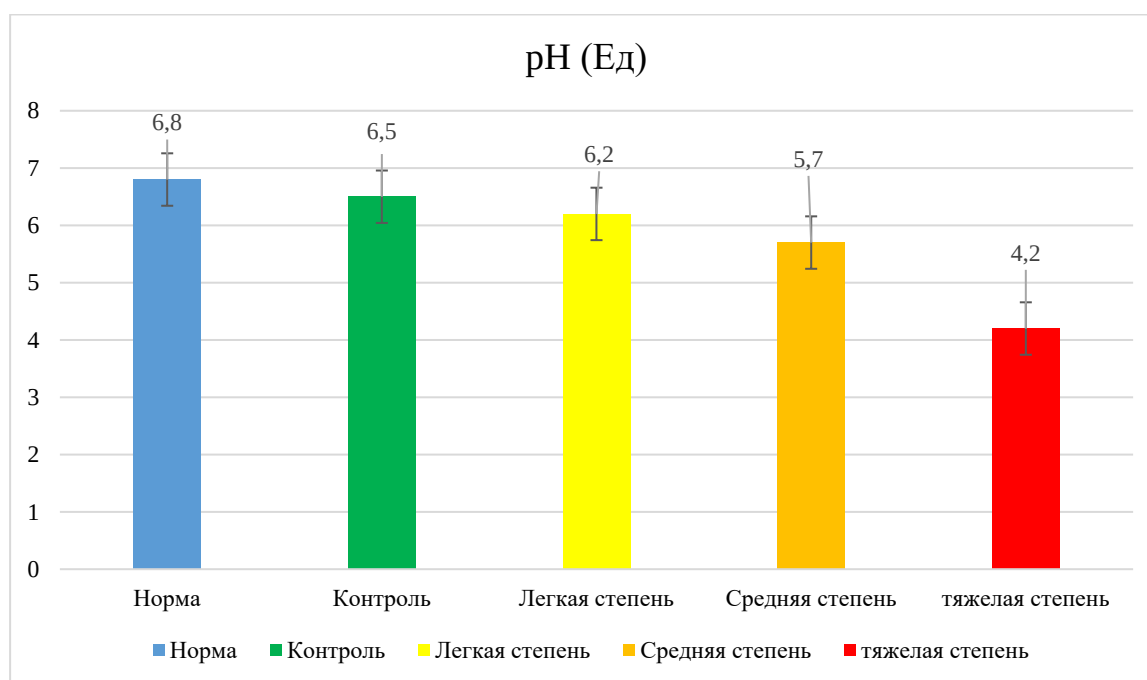


Рис. 3. Средний показатель pH в группах  
Fig. 3. The average pH in the groups

При оценке корреляционной связи по данному признаку между легкой и тяжелой степенью установлена прямая слабая связь (критерий Спирмена + 0,394,  $p < 0,05$ ). Вместе с тем между средней и тяжелой степенью острого панкреатита установлена обратная слабая корреляционная связь (критерий Спирмена -0,254,  $p < 0,05$ ) по данному признаку (рис. 4).

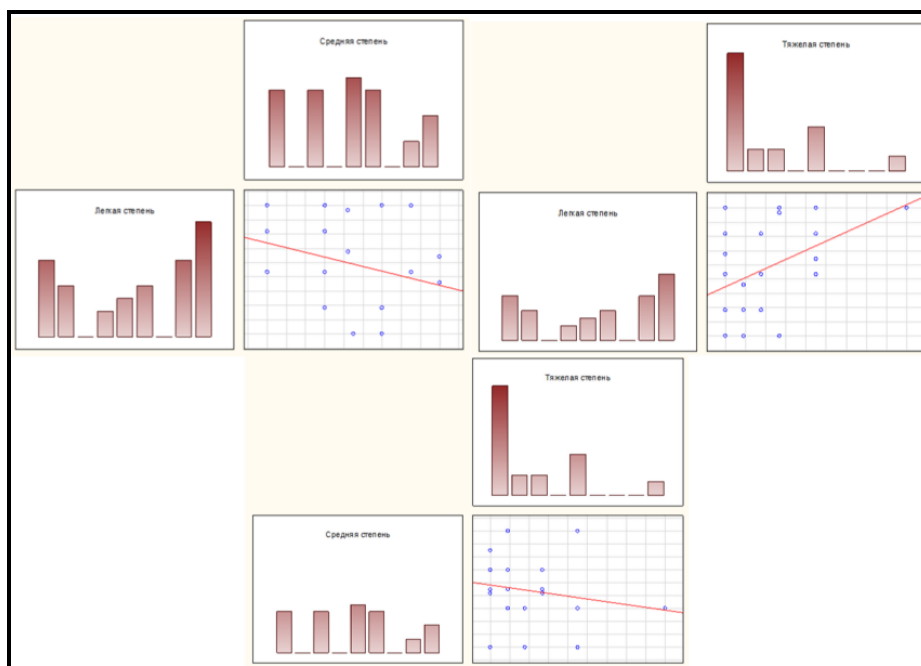


Рис. 4. Корреляция между группами по критерию pH  
Fig. 4. Correlation between groups according to the pH criterion

В исследовании отмечается обратная сильная корреляционная связь между степенью тяжести острого панкреатита и показателем pH слюны (табл., рис. 5). Так можно установить, что по мере нарастания аутолиза происходит закисление pH слюны.

Корреляционная связь между pH слюны и степенью тяжести острого панкреатита  
Correlation between saliva pH and severity of acute pancreatitis

| Ранговые корреляции Спирмена (Таблица данных 1) ПД попарно удалены.<br>Отмеченные корреляции значимы на уровне $p < 0,05$ |             |              |          |          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|--------------|----------|----------|
|                                                                                                                           | Число набл. | Спирмена – R | t(N-2)   | p-уров.  |
| Степени тяжести / pH                                                                                                      | 95          | -0,819603    | -13,7956 | 0,000000 |

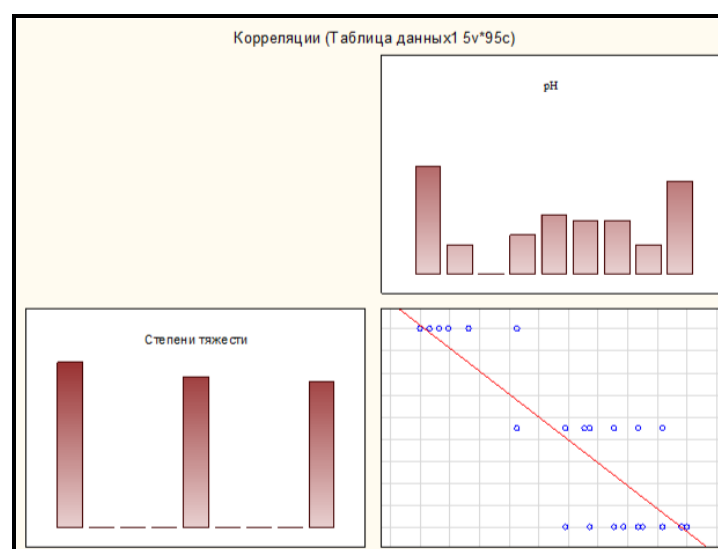


Рис. 5. Корреляция между степенью тяжести и уровнем pH  
Figure 5. Correlation between severity and pH level

### Обсуждение полученных результатов

В анализируемой нами литературе достоверных данных по изменению pH слюны у больных с различными степенями тяжести течения острого панкреатита не обнаружено. Вместе с тем существуют данные изменения pH слюны при других нозологических патологиях. Так, в исследовании С. Seethalakshmi (2016) отмечено, что у больных, страдающих сахарным диабетом, установлены средние значения pH 6,51, которые в 1,2 раза меньше показателей группы контроля (7,88). По данным Румянцева В.А. (2013), выявлено, что pH ротовой жидкости у больных с язвенной болезнью и хронической почечной недостаточностью находится в пределах нормы и составляет 7,58 и 7,64 соответственно, а у больных с сахарным диабетом снижается до 6,53. По результатам нашего исследования установлено, что при остром панкреатите средний показатель pH составляет 5,4, что в 1,2 раза меньше данных, полученных профессором Румянцевым В.А. у больных с сахарным диабетом.

Вероятнее всего, изменение кислотно-основного равновесия связано с наличием у больных, страдающих острым панкреатитом, внутрипротокового ацидоза. Пациент с тяжелой степенью тяжести данной патологии находится в состоянии многокомпонентного сложного шока (болевого, гиповолемического, эндотоксического), который и обуславливает наличие метаболического ацидоза. В результате аутолиза клеток поджелудочной железы происходит всасывание продуктов их распада. При этом нарастающий эндотоксикоз приводит к снижению потребления кислорода гепатоцитами и способствует накоплению кислых метаболитов. Вероятнее всего, вследствие возникновения описанных выше механизмов происходит изменение pH слюны. В ходе исследования выявлено, что при прогрессировании деструктивных процессов в тканях поджелудочной железы происходит смещение показателя кислотно-основного равновесия в кислую сторону.

В настоящее время в хирургии существует проблема своевременной и качественной диагностики острого панкреатита. Учитывая, что при тяжелой степени острого панкреатита происходит изменение кислотно-основного равновесия слюны до показателя 4,2, данный факт возможно использовать в качестве критерия ранней диагностики тяжести течения острого панкреатита. При этом раннее установление степени тяжести течения острого панкреатита поможет своевременно начать необходимые лечебные мероприятия, что позволит избежать ряда осложнений и в дальнейшем снизить процент летальности. Дальнейшее изучение данного вопроса в аспекте взаимосвязи изменения кислотно-основного равновесия с другими традиционными клинико-лабораторно-инструментальными методами позволит разработать критерий, который даст возможность своевременно и с высокой чувствительностью определить степень тяжести течения острого панкреатита.

### Вывод

В ходе научного изыскания у пациентов с острым панкреатитом выявлено смещение кислотно-щелочного баланса слюны в сторону его закисления по мере нарастания воспалительно-деструктивных изменений в паренхиме поджелудочной железы. Данный установленный факт представляет определенный интерес для своевременной диагностики степени тяжести течения острого панкреатита.

### Список литературы

- Витенберг Г.Д., Ходкевич И.С., Рязанов В.В. 2022. Роль компьютерной томографии в диагностике острого панкреатита. *Forcipe*, 5(S3): 138.
- Громова С.Н., Сметанина О.А., Куклина С.А., Еликов А.В., Петров С.Б. 2020. Влияние химического состава зубной пасты на буферные системы ротовой полости и показатель слюны. *Бутлеровские сообщения*, 61(1): 104–110. doi:10.37952/ROI-jbc-01/20-61-1-104

- Есаян Л. К. 2017. Основные закономерности сдвигов кислотно-основного равновесия в полости рта при некоторых заболеваниях слизистой оболочки. Автореф. дис. ... докт. мед. наук: 14.00.21. Ереван, 36 с.
- Иманов А.М., Мазур Ю.А., Гаджиев Ф.Я., Скальный А.А., Хабазе З.С., Какабадзе Э.М. 2023. Анализ микроэлементного состава слюны на фоне сопутствующей патологии. Эндодонтия Today, 20(4): 328–332. doi: 10.36377/1683-2981-2022-20-4-328-332
- Иманов А.М., Мазур Ю.А., Какабадзе Э.М. 2023. Особенности микроэлементного состава слюны у пациентов с сахарным диабетом. Эндодонтия Today, 21(1): 82–88. doi: 10.36377/1683-2981-2023-21-1-82-88
- Корымасов Е.А., Хорошилов М.Ю. 2021. «Молниеносный» острый панкреатит: диагностика, прогнозирование, лечение. Анналы хирургической гепатологии, 26(2): 50–59. doi: 10.16931/1995-5464.2021-2-50-60
- Кузин М.И. 2022. Хирургические болезни: учебник. М: ГЭОТАР-МЕДИА, 1024 с.
- Мерзликин Н.В. 2023. Хирургические болезни: учебник. М: ГЭОТАР-МЕДИА, 840 с. doi:10.33029/9704-7315-3-XIR-2023-1-840
- Раскопина П.В., Новикова М.Е. 2023. Влияние фруктозы на кислотно-основное равновесие смешанной слюны. Современная наука: актуальные вопросы, достижения и инновации, сборник статей XXXIII Международной научно-практической конференции, 74–76.
- Ревшвили А.Ш. 2022. Хирургическая помощь в РФ. Москва, 200 с.
- Ревшвили А.Ш., Кубышкин В.А., Затевахин И.И., Багненко С.Ф., Полушин Ю.С. 2021. Клинические рекомендации «Острый панкреатит» от 20.04.2021 № КР326. Рубрикатор клинических рекомендаций, 26 с.
- Сухоруких М.О., Козлова М.В., Мануйлов Б.М., Есина Е.А., Глыбина Т.А. 2022. Коррекция pH ротовой жидкости у женщин с постменопаузальным остеопорозом после приема таблетированных бифосфонатов. Кремлевская медицина. Клинический вестник, 1: 48–51. doi: 10.26269/fe9j-gv60
- Фрик А.А. 2020. Мониторинг изменения состава слюны в течении суток методом ик-спектроскопии. Ratio et Natura, 5(5): 60.
- Ходжаева М.Ю. 2022. Оценка биохимического состава смешанной слюны пожилых людей. Проблемы современной науки и образования, 2(171): 44–48.
- Чонтян Д.А., Кинч Е.М. 2022. Особенности кислотно-щелочного состояния полости рта у студентов с разными режимами питания, труда и отдыха. Студенческий вестник, 3–3(195): 91–93.
- Румянцев В.А., Есаян Л.К., Зюзбкова Е.Д., Леонова С.О., Наместникова И.В. 2013. Нарушение кислотно-основного равновесия в полости рта при общесоматической патологии. Стоматология, 92(2): 22–26
- Sitalakshmi S., Redi R.K., Asifa N., Prabhu S. 2016. Correlation of Saliva pH, Frequency of Dental Caries and Periodontal Condition in Patients with Diabetes Mellitus: A Cross-Sectional Study. J. Clin. Diagn. of March, 10(3): 12–4. doi: 10.7860/JCDR/2016/16310.7351.

## References

- Vitenberg G.D., Hodkevich I.S., Rjazanov V.V. 2022. Rol' komp'yuternoj tomografii v diagnostike ostrogo pankreatita [The Role of Computed Tomography in the Diagnosis of Acute Pancreatitis]. Forcipe, 5(S3): 138.
- Gromova S.N., Smetanina O.A., Kuklina S.A., Elikov A.V., Petrov S.B. 2020. Vliyanie himicheskogo sostava zubnoj pasty na bufernye sistemy rotovoj polosti i pokazatel' slyuny [The Effect of the Chemical Composition of Toothpaste on the Buffer Systems of the Oral Cavity and Saliva Index]. Butlerovskie soobsheniya [Butler's Communications], 61(1): 104–110. doi:10.37952/ROI-jbc-01/20-61-1-104
- Esayan L. K. 2017. Osnovnye zakonomernosti sdvigoj kislotno-osnovnogo ravnovesiya v polosti rta pri nekotoryh zabolevaniyah slizistoj obolochki [The Main Patterns of Shifts in Acid-Base Balance in the Oral Cavity in Some Diseases of the Mucous Membrane]. Avtoref. dis. ... dokt. med. nauk: 14.00.21 [Author's abstract. dis. ... Doctor of Medical Sciences: 14.00.21]. Erevan, 36 s.
- Imanov A.M., Mazur Yu.A., Gadzhiev F.Ya., Skal'nyj A.A., Habadze Z.S., Kakabadze Je.M. 2023. Analiz mikroelementnogo sostava slyuny na fone soputstvuyushej patologii [Analysis of the Trace Element



- Composition of Saliva Against the Background of Concomitant Pathology]. *Endodontiya Today [Endodontics Today]*, 20(4): 328–332. doi: 10.36377/1683-2981-2022-20-4-328-332
- Imanov A.M., Mazur Yu.A., Kakabadze E.M. 2023. Osobennosti mikroelementnogo sostava slyuny u pacientov s saharnym diabetom [Features of the Microelement Composition of Saliva in Patients with Diabetes Mellitus]. *Endodontiya Today [Endodontics Today]*, 21(1): 82–88. doi: 10.36377/1683-2981-2023-21-1-82-88
- Korymasov E.A., Horoshilov M.YU. 2021. «Molnienosnyj» ostryj pankreatit: diagnostika, prognozirovanie, lechenie ["Lightning-Fast" Acute Pancreatitis: Diagnosis, Prognosis, Treatment]. *Annaly hirurgicheskoy gepatologii [Annals of Surgical Hepatology]*, 26(2): 50–59. doi: 10.16931/1995-5464.2021-2-50-60
- Kuzin M.I. 2022. *Hirurgicheskie bolezni [Surgical Diseases]*. M: GEOTAR-MEDIA, 1024 s.
- Merzlikin N.V. 2023. *Hirurgicheskie bolezni [Surgical Diseases]*. M: GEOTAR-MEDIA, 840 s. doi: 10.33029/9704-7315-3-XIP-2023-1-840
- Raskopina P.V., Novikova M.E. 2023. Vliyanie fruktozy na kislotno-osnovnoe ravnovesie smeshannoy slyuny [The Effect of Fructose on the Acid-Base Balance of Mixed Saliva]. *Sovremennaya nauka: aktual'nye voprosy, dostizheniya i innovacii, sbornik statej XXXVIII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii [Modern Science: Current Issues, Achievements and Innovations, Collection of Articles of the XXXVIII International Scientific and Practical Conference]*, 74–76.
- Revishvili A.Sh. 2022. *Hirurgicheskaya pomoshch' v RF [Surgical Care in the Russian Federation]*. M, 200 s.
- Revishvili A.Sh., Kubyshekin V.A., Zatevagin I.I., Bagnenko S.F., Polushin Ju.S. 2021. Klinicheskie rekomendacii «Ostryj pankreatit» ot 20.04.2021 № KR326 [Clinical Recommendations "Acute Pancreatitis" Dated 04/20/2021 No. KR326]. *Rubrikator klinicheskikh rekomendacij [Rubricator of Clinical Recommendations]*, 26 s.
- Suhorukih M.O., Kozlova M.V., Manujlov B.M., Esina E.A., Glybina T.A. 2022. Korrekciya pH rotovoj zhidkosti u zhenshin s postmenopauzal'nom osteoporozom posle priema tabletirovannykh bifosfonatov [Correction of Oral Fluid pH in Women with Postmenopausal Osteoporosis After Taking Tablet Biphosphonates]. *Kremlevskaya medicina. Klinicheskij vestnik [Kremlin Medicine. Clinical Bulletin]*, 1: 48–51. doi: 10.26269/fe9j-gv60
- Frik A.A. 2020. Monitoring izmeneniya sostava slyuny v techenii sutok metodom ik-spektroskopii [Monitoring of Changes in Saliva Composition During the Day by IR Spectroscopy]. *Ratio et Natura*, 5(5): 60.
- Hodzhaeva M.YU. 2022. Ocenka biohimicheskogo sostava smeshannoy slyuny pozhilykh lyudej [Assessment of the Biochemical Composition of Mixed Saliva of Elderly People]. *Problemy sovremennoj nauki i obrazovaniya [Problems of Modern Science and Education]*, 2(171): 44–48.
- Chontyan D.A., Kinch E.M. 2022. Osobennosti kislotno-scheloch'nogo sostoyaniya polosti rta u studentov s raznymi rezhimami pitaniya, truda i otdyha [Features of the Acid-Base State of the Oral Cavity in Students with Different Modes of Nutrition, Work and Rest]. *Studencheskij vestnik [Student Bulletin]*, 3–3(195): 91–93.
- Rumyancev V.A., Esayan L.K., Zyuzbkova E.D., Leonova S.O., Namestnikova I.V. 2013. Narushenie kislotno-osnovnogo ravnovesiya v polosti rta pri obschesomaticheskoy patologii [Violation of Acid-Base Balance in the Oral Cavity in General Somatic Pathology]. *Stomatologiya [Dentistry]*, 92(2): 22–26.
- Sitalakshmi S., Redi R.K., Asifa N., Prabhu S. 2016. Correlation of Saliva pH, Frequency of Dental Caries and Periodontal Condition in Patients with Diabetes Mellitus: A Cross-Sectional Study. *J. Clin. Diagn. of March*, 10(3): 12–4. doi: 10.7860/JCDR/2016/16310.7351.

**Конфликт интересов:** о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

**Conflict of interest:** no potential conflict of interest related to this article was reported.

Поступила в редакцию 04.04.2024

Поступила после рецензирования 24.04.2024

Принята к публикации 12.08.2024

Received April 04, 2024

Revised April 24, 2024

Accepted August 08, 2024

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Яшнов Алексей Александрович**, доктор медицинских наук, доцент кафедры факультетской хирургии и урологии, Читинская государственная медицинская академия, г. Чита, Россия

 [ORCID: 0000-0001-6881-4455](https://orcid.org/0000-0001-6881-4455)

**Яшнова Надежда Борисовна**, ассистент кафедры хирургической стоматологии, Читинская государственная медицинская академия, г. Чита, Россия

 [ORCID: 0000-0002-5761-8376](https://orcid.org/0000-0002-5761-8376)

**Ханина Юлия Сергеевна**, кандидат медицинских наук, доцент, доцент кафедры факультетской хирургии и урологии, Читинская государственная медицинская академия, г. Чита, Россия

 [ORCID: 0000-0003-0392-288X](https://orcid.org/0000-0003-0392-288X)

**Осоруев Артур Геннадьевич**, студент 6 курса, Читинская государственная медицинская академия, г. Чита, Россия

 [ORCID: 0009-0005-5167-7403](https://orcid.org/0009-0005-5167-7403)

## INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Alexey A. Yashnov**, Doctor of Sciences in Medicine, Associate Professor of the Department of Faculty Surgery and Urology, Chita State Medical Academy, Chita, Russia

**Nadezhda B. Yashnova**, Assistant of the Department of Surgical Dentistry, Chita State Medical Academy, Chita, Russia

**Yulia S. Khanina**, Candidate of Sciences in Medicine, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Faculty Surgery and Urology, Chita State Medical Academy, Chita, Russia

**Artur G. Osoruev**, 6th Year Student, Chita State Medical Academy, Chita, Russia





УДК:617.-089.844

DOI 10.52575/2687-0940-2024-47-3-418-434

Оригинальное исследование

## Разработка прогностической математической модели травматических повреждений печени

Воронцов А.К.<sup>1</sup> , Ольшевский А.А.<sup>2</sup> , Корсаков А.В.<sup>3</sup> ,  
Пархисенко Ю.А.<sup>4</sup> , Безалтынних А.А.<sup>5</sup> , Сухаруков А.С.<sup>5</sup> ,  
Чередников Е.Ф.<sup>4</sup> , Трошин В.П.<sup>1</sup> , Баранников С.В.<sup>4</sup>

<sup>1)</sup> Брянская Городская Больница № 1,  
Россия, 241035, г. Брянск, ул. Камозина, 11;

<sup>2)</sup> ООО «Вычислительная механика»,  
Россия, 241035, г. Брянск, ул. Харьковская, 10Б;

<sup>3)</sup> Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова,  
Россия, 117997, г. Москва, ул. Островитянова, 1;

<sup>4)</sup> Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко,  
Россия, 394036, г. Воронеж, ул. Студенческая, 10;

<sup>5)</sup> Смоленский государственный медицинский университет,  
Россия, 214019, г. Смоленск, ул. Крупской, 28

E-mail: [ale92112855@yandex.ru](mailto:ale92112855@yandex.ru)

**Аннотация.** Неблагоприятный исход травм печени часто связан с внутрибрюшным кровотечением, что подчеркивает критическую важность своевременного хирургического вмешательства и оптимальных стратегий гемостаза. В этом исследовании рассматривается влияние сегментации модели печени на распределение механических напряжений при моделировании ударного воздействия методом конечных элементов. Разработанная расчетная модель печени, учитывающая сегментацию органа, адекватно воспроизводит анатомию печени. Результаты исследования показали, что учет сегментации значительно влияет на результаты моделирования, позволяя более реалистично оценить картину повреждений тканей при ударе. Этот подход позволяет моделировать широкий спектр реальных травмирующих воздействий, благодаря произвольному заданию направления, скорости и области удара. Учет сегментации печени в нашем исследовании обеспечивает более точное понимание травматических повреждений печени, что влияет на принятие клинических решений и улучшение исходов для пациентов.

**Ключевые слова:** печень, система секторов, численное моделирование, метод конечных элементов, ударное воздействие

**Для цитирования:** Воронцов А.К., Ольшевский А.А., Корсаков А.В., Пархисенко Ю.А., Безалтынних А.А., Сухаруков А.С., Чередников Е.Ф., Трошин В.П., Баранников С.В. 2024. Разработка прогностической математической модели травматических повреждений печени. *Актуальные проблемы медицины*, 47(3): 418–434. DOI: 10.52575/2687-0940-2024-47-3-418-434

**Финансирование:** работа выполнена без внешних источников финансирования

## Development of a Prognostic Mathematical Model for Traumatic Liver Damage

Aleksey K. Vorontsov <sup>1</sup> , Aleksandr A. Olshevskiy <sup>2</sup> , Anton V. Korsakov <sup>3</sup> ,  
Yuriy A. Parkhisenko <sup>4</sup> , Aleksandr A. Bezaltynnykh <sup>5</sup> , Aleksandr S. Sukharukov <sup>5</sup> ,  
Evgeniy F. Cherednikov <sup>4</sup> , Vladislav P. Troshin <sup>1</sup> , Sergey V. Barannikov <sup>4</sup>

<sup>1</sup>) Bryansk City Hospital No. 1,

11 Kamozi St., Bryansk 241035, Russia;

<sup>2</sup>) Computational Mechanics Ltd.,

10B Kharkovskaya St., Bryansk 241035, Russia;

<sup>3</sup>) Pirogov Russian National Research Medical University,

1 Ostrovityanova St., Moscow 117997, Russia;

<sup>4</sup>) N.N. Burdenko Voronezh State Medical University,

10 Studencheskaya St., Voronezh 394036, Russia;

<sup>5</sup>) Smolensk State Medical University,

28 Krupskaya St., Smolensk 214019, Russia

E-mail: [ale92112855@yandex.ru](mailto:ale92112855@yandex.ru)

**Abstract.** Intra-abdominal bleeding is a leading cause of adverse outcomes in liver trauma, underscoring the critical importance of timely surgical intervention and optimal hemostasis strategies. This study investigates the impact of liver model segmentation on the distribution of mechanical stresses during impact simulation using the finite element method. By discretizing a computer-aided design (CAD) model into finite elements of two types – 4-node linear isoparametric elements for the parenchyma and 3-node Kirchhoff plate elements for intersegmental partitions – we developed a computational liver model adequately captures the organ's anatomy. Our results show that incorporating segmentation significantly affects the simulation outcomes, enabling a more realistic assessment of tissue damage patterns upon impact. This approach facilitates the simulation of a wide range of real-world traumatic effects, allowing for arbitrary specification of impact direction, speed, and affected area. By accounting for liver segmentation, our study provides a more accurate and comprehensive understanding of traumatic liver injuries, ultimately informing clinical decision-making and improving patient outcomes.

**Keywords:** liver, sectoral system, numerical modeling, finite element method, impact simulation

**For citation:** Vorontsov A.K., Olshevskiy A.A., Korsakov A.V., Parkhisenko Yu.A., Bezaltynnykh A.A., Sukharukov A.S., Cherednikov E.F., Troshin V.P., Barannikov S.V. 2024. Development of a Prognostic Mathematical Model for Traumatic Liver Damage. *Challenges in Modern Medicine*, 47(3): 418–434 (in Russian). DOI: 10.52575/2687-0940-2024-47-3-418-434

**Funding:** The work was carried out without external sources of funding.

---

### Введение

**Актуальность.** По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), ежегодно в результате дорожно-транспортных происшествий гибнет около 1,3 млн чел., при этом дорожно-транспортный травматизм является ведущей причиной смертности среди детей и молодых людей в возрасте от 5 до 29 лет.

Несмотря на достигнутые в последние десятилетия успехи в хирургии печени, летальность при её повреждении остаётся высокой, особенно в случае закрытой травмы. Организация помощи пострадавшим с сочетанной травмой является одной из актуальных проблем экстренной хирургии. Лечение данной категории больных представляет трудную и далеко не решённую задачу. Послеоперационная летальность при травме печени остаётся по-прежнему высокой. Травма живота остается одной из наиболее актуальных проблем неотложной хирургии [Yu et al., 2016; Duron et al., 2020; Ordonez et al.,



2020; Coccolini et al., 2023]. Одним из сложных в техническом отношении вопросов гемостаза является остановка паренхиматозного кровотечения [Одишелашвили и др., 2021, Гаврищук и др., 2022, Подолужный и др., 2023].

Для остановки кровотечений из ран печени предложено много способов гемостаза. Основным оперативным методом является ушивание ран. Недостатками всех швов, накладываемых при ранении печени, является появление зон некроза между швами. При больших по площади поверхностных повреждениях используют различные методы коагуляционных устройств (диатермокоагуляция, лазерная коагуляция, аргонплазменная коагуляция). Все эти методы коагуляции дают нестабильный гемостатический результат, часто расширяют зону некроза в ране [Евтихов, 2020; Маскин, 2020]. В крупных хирургических клиниках проводят эмболизацию печеночных артерий. Главными недостатками этого способа являются его высокая стоимость и отсутствие такого оборудования в городских и районных больницах [Iida et al., 2020].

В условиях обычных клиник для гемостаза при ранениях печени все шире применяются варианты тампонирования раны, например, сальником, различными гемостатическими средствами (губки, порошки, пленки). При этом остаются проблемы биоинертности, наличия местных и системных реакций [Воронцов и др., 2020; Маскин, 2020; Роткин, 2023; Iida et al., 2020; Ordonez et al., 2020; Vorontsov et al., 2021].

Основной причиной неблагоприятного исхода травм печени является внутрибрюшное кровотечение, поэтому своевременность оперативного вмешательства и выбор адекватного способа гемостаза имеют особое значение [Воронцов и др., 2020; Умедов и др., 2023; Ordonez et al., 2020; Vorontsov et al., 2021]. Несмотря на все современные достижения в области практической медицины, хирургические вмешательства при травмах печени до сих пор остаются основным методом лечения [Ordonez et al., 2020]. Часто при обработке ран печени используют методы физического воздействия, биологические ткани или синтетические материалы, что обуславливает развитие комплекса структурно-функциональных изменений в органе [Маскин, 2020; Vorontsov et al., 2021]. Это наглядно видно в зоне раневого дефекта, определяющего особенности течения репаративных процессов. Морфологическая картина повреждений при различных видах лечения влияет на сроки заживления, а зачастую и на его эффективность [Воронцов и др., 2020; Vorontsov et al., 2021]. Очевидно, что клинико-морфологические сопоставления играют одну из самых важных ролей при разработке новых методик хирургических вмешательств.

При оперативных вмешательствах при травме печени возникает иногда необходимость повторных оперативных вмешательств ввиду наличия геморрагического отделяемого по дренажу, желчеистечения. Для понимания хирургу более точного объема повреждения паренхимы печени и внутрипеченочных структур (вены, артерии, желчные протоки) необходима более точная диагностика в предоперационном периоде. Исходя из вышесказанного, мы предлагаем создание математической модели, которая позволяет более точно описать повреждения при травматических воздействиях на печень.

В связи с этим проблема оценки картины повреждений остается актуальной и требует дальнейшего изучения. Данное исследование является первым этапом разработки прогностической математической модели оценки повреждения печени у пациентов с травматическим повреждением этого органа. Модель основывается на данных предоперационного КТ исследования и интраоперационной картине травмы печени. Численное моделирование позволяет оценить истинный объем повреждения паренхимы печени, что позволит оперирующему хирургу удалить все повреждённые ткани.

**Цель.** Оценка влияния сегментирования модели печени на распределение механических напряжений при моделировании ударного воздействия методом конечных элементов.

## Материалы и методы

В исследовании приняли участие 9 пациентов с травматическими повреждениями печени. Нами был проведен анализ медицинских карт стационарных пациентов, госпитализированных в Брянскую городскую больницу № 1 с травматическим повреждением печени, которые были верифицированы по КТ органов брюшной полости. Оперированы в экстренном порядке. Анализ проведен на основании медицинской документации.

Исследование проведено на базе Государственного автономного учреждения здравоохранения «Брянская городская больница № 1», города Брянска. Набор пациентов выполнялся в период с 01.12.2019 до 31.06.2023, пациенты выписаны из стационара в удовлетворительном состоянии. Продолжительность периода наблюдения за послеоперационным периодом одного пациента не менее 8 месяцев.

**Критерии включения.** Пациенты обоих полов, от 18 лет и старше, подписание информированного согласия на участие в клиническом исследовании, госпитализированы в экстренном порядке с травматическим повреждением печени, оперированы в экстренном порядке, наличие выполнения КТ исследования в приёмном покое, травма печени была сопоставима, отсутствие сочетанной травмы, пациенты без сопутствующей патологии печени.

**Критерии не включения.** Пациенты с тяжелой сочетанной травмой, пациенты по шкале ASA 4-5, AAST 5, пациенты, которым на этапе обследования не было выполнено КТ органов брюшной полости, пациенты с установленной сопутствующей патологией печени, пациенты младше 18 лет, пациенты с сочетанной травмой.

**Критерии исключения.** Отказ от участия в клиническом исследовании, пациенты, умершие в послеоперационном периоде.

### Описание критериев соответствия

**Диагностические критерии.** Учитывали клинико-демографические параметры: пол, возраст, механизм травмы, соматическую коморбидность (установленный диагноз «цирроз печени» или «гепатоз печени», «фиброз печени» в соответствии с критериями, утвержденными в клинических рекомендациях «цирроз и фиброз печени» (2021 г.), министерством здравоохранения Российской Федерации).

**Морфологические критерии.** Были отобраны пациенты с анатомическими параметрами печени, соответствующими геометрическим параметрам модели, имевшейся в распоряжении авторов. По КТ были определены характерные размеры, показанные на рис. 1: А – длина правой доли, В – толщина правой доли, С – длина левой доли, D – толщина левой доли (таблица 1). Отклонения размеров, использованных в модели, от средних значений, определенных по КТ, не превышает  $\pm 3\sigma$  для всех измерений, кроме С. Поскольку предполагалось моделирование удара, нанесенного по правой доле, значительное отклонение размера С от среднего не учитывалось.

### Подбор участников в группы

Подбор участников в группы не предусмотрен. Группа наблюдения 9 пациентов была сформирована из общего числа пациентов ( $n = 94$ ) с изолированным травматическим повреждением печени, обратившихся в центр за медицинской помощью в период с декабря 2019 г. по июнь 2023 г. Основным показателем исследования является оценка эффективности моделирования с учетом деления на сегменты и без разделения. Дополнительные показатели исследования не предусмотрены.

### Предикторы

Исследование направлено на создание математической модели, которая помогает хирургу определить тактику и объем оперативного вмешательства при травматических повреждениях печени. Модель позволяет определить объем повреждающего травматического воздействия на паренхиму печени, смоделировать границы резекции поврежденной ткани печени и понять объем оперативного вмешательства.

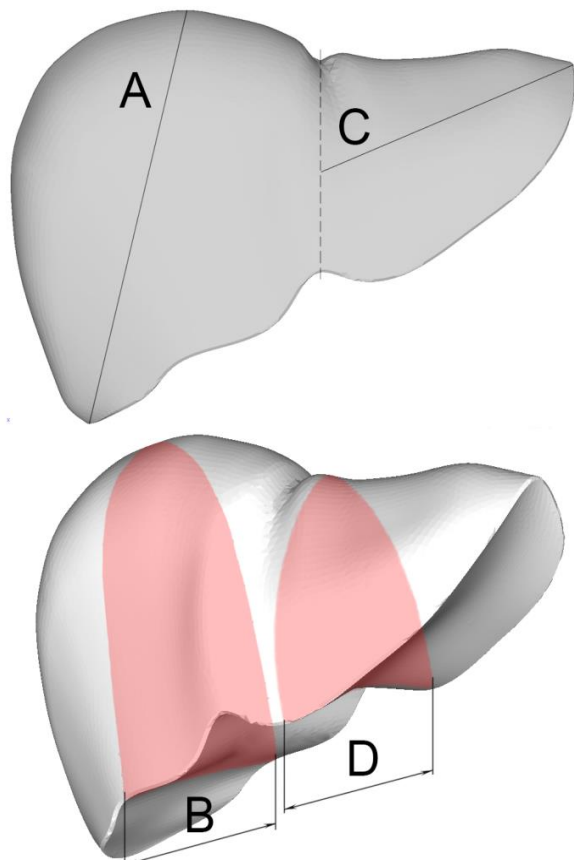


Рис. 1. Характерные размеры печени для определения соответствия органа модели  
Fig. 1. Morphometric parameters of the liver for organ-model comparison

Таблица 1  
Table 1

Характерные размеры печени (мм)  
Characteristic dimensions of the liver (mm)

| № пациента                             | Толщина правой доли (B)  | Длина правой доли (A)  | Толщина левой доли (D) | Длина левой доли (C)    |
|----------------------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|
| 1                                      | 96                       | 143                    | 87                     | 56                      |
| 2                                      | 114                      | 138                    | 98                     | 54                      |
| 3                                      | 100                      | 154                    | 79                     | 49                      |
| 4                                      | 98                       | 136                    | 85                     | 57                      |
| 5                                      | 121                      | 152                    | 94                     | 48                      |
| 6                                      | 118                      | 157                    | 86                     | 51                      |
| 7                                      | 109                      | 132                    | 93                     | 60                      |
| 8                                      | 123                      | 141                    | 89                     | 57                      |
| 9                                      | 115                      | 148                    | 91                     | 52                      |
| Среднее значение                       | 110,44                   | 144,56                 | 89,11                  | 53,78                   |
| СКО ( $\sigma$ )                       | 10,21                    | 8,66                   | 5,64                   | 4,06                    |
| Модель                                 | 84                       | 159                    | 91                     | 107                     |
| Отклонение модели от среднего значения | -26,44 (-2,59 $\sigma$ ) | 14,44 (1,67 $\sigma$ ) | 1,89 (0,33 $\sigma$ )  | 52,22 (12,88 $\sigma$ ) |

Для численного моделирования ударного воздействия на печень использован метод конечных элементов – численный метод решения дифференциальных уравнений с част-

ными производными. Метод широко используется для решения задач механики деформируемого тела. В этих задачах решением задачи являются перемещения точек исследуемого объекта, по которым затем вычисляются механические напряжения в каждой из этих точек.

Были разработаны три расчетные модели (рис. 2а). Первая модель включает паренхиму печени без внутренних структурных разделений. Вторая модель поделена на пять сегментов перегородками толщиной 1 мм, имеющими форму поверхностей второго порядка. Третья модель аналогична второй, но дополнительно включает воротную вену, представленную полым цилиндром диаметром 10 мм с толщиной стенки 1 мм. Расчетные модели построены на основе графической модели органа путем автоматизированной дискретизации последней на конечные элементы двух типов. Паренхима представлена объемными линейными изопараметрическими 4-узловыми элементами; перегородки между сегментами печени смоделированы 3-узловыми элементами типа полая оболочка Кирхгофа (рис. 2б). В литературе описываются анизотропные механические свойства ткани печени, полученные экспериментально [Umale et al., 2013; Karimi et al., 2018]. Параметрами модели являются модуль упругости  $E$ , модуль сдвига  $G$ , коэффициент Пуассона  $\mu$  и плотность  $\rho$  ткани паренхимы печени и перегородок, разделяющих ее на доли. В работе Karimi et al. отмечено существенное различие параметров упругости тканей печени при растяжении и сжатии ( $E = 12.16 \pm 1.20$  кПа при осевом растяжении и  $E = 196.54 \pm 13.15$  кПа при осевом сжатии) и их нелинейная зависимость от величины деформации. В модели использовано максимальное значение модуля упругости  $E = 200$  кПа для материала паренхимы и вдвое большее значение для материала границ сегментов. Поскольку основной целью данного исследования является оценка влияния сегментирования модели печени на распределение напряжений при ударе, а не моделирование конкретного случая удара по конкретному органу, точный учет параметров материала не является критически значимым на текущем этапе работы. По той же причине в расчетах использована линейная упругая модель изотропного материала, таким образом,  $G = E/2(1 + \mu)$ . Tamura et al. в работе [Tamura et al., 2002] приводят экспериментальную оценку предела прочности ткани печени в пределах от 127,1 до 192,7 кПа при скорости нагружения 5 мм/с. Механические свойства материала приведены в табл. 2. Внешние связи наложены в виде упругих закреплений в местах прикрепления печени к диафрагме и переходным складкам по боковым поверхностям (рисунок 2с). Ударная нагрузка приложена кинематически. Для этого на наружной боковой поверхности печени точкам круглой области диаметром 60 мм сообщены переменные во времени перемещения, направленные внутрь печени.

Таблица 2  
Table 2

Механические свойства материала  
Mechanical properties of material

| Характеристика                        | Паренхима   | Границы сегментов |
|---------------------------------------|-------------|-------------------|
| Модуль упругости $E$ , МПа            | 0,2         | 0,4               |
| Модуль сдвига $G$ , МПа               | 0,067       | 0,134             |
| Коэффициент Пуассона $\mu$            | 0,4995      | 0,4995            |
| Плотность $\rho$ , кг/дм <sup>3</sup> | 1,05        | 1,05              |
| Предел прочности $\sigma_s$ , кПа     | 127,1–192,7 | 127,1–192,7       |

Перемещения и скорости точек во времени описываются функциями  $z(t) = 33 \cdot \sin(150t)$  и  $v(t) = 4950 \cdot \cos(150t)$  соответственно. Начальная скорость точек поверхности удара составляет 4,95 м/с, максимальное перемещение – 32,9 мм. Графики изменения перемещений точек поверхности и их скорости во времени показаны на рисунке 2д.

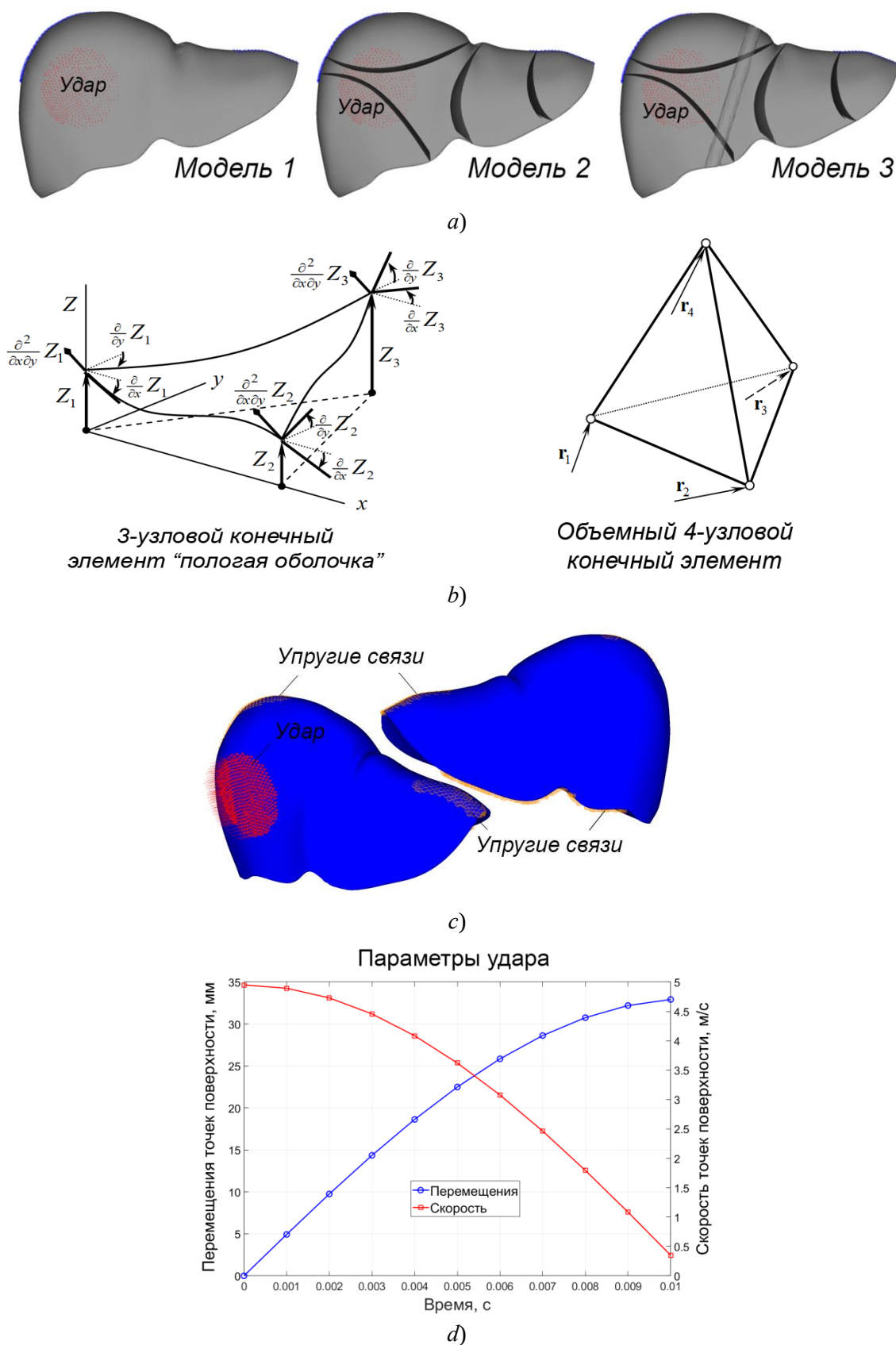


Рис. 2. Три модели печени (а); использованные типы конечных элементов (б); схема наложения внешних связей и приложения нагрузок (в); параметры удара (г)  
Fig. 2. Liver model geometries (a); finite element types employed (b); constraints and load application schema (c); impact simulation parameters (d)



На всех этапах решения задачи использовался программный комплекс DSMFEM, разработанный при участии одного из авторов. Комплекс является универсальным и используется в различных инженерных областях, примеры его применения представлены в работах [Ольшевский, 2019; Olshevskiy et al., 2018].

### Результаты

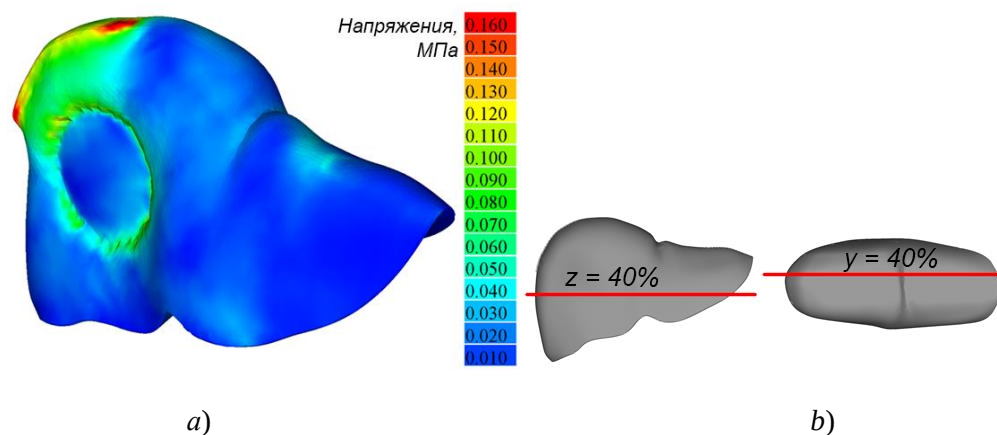
В исследовании приняли участие 9 пациентов, поступивших в порядке скорой помощи в хирургический стационар ГАУЗ Брянская городская больница № 1 с диагнозом травматическое повреждение печени. Пациенты находились на стационарном лечении от 7 до 16 суток с последующим послеоперационным периодом наблюдения каждого пациента 8 месяцев.

#### Характеристика групп участников

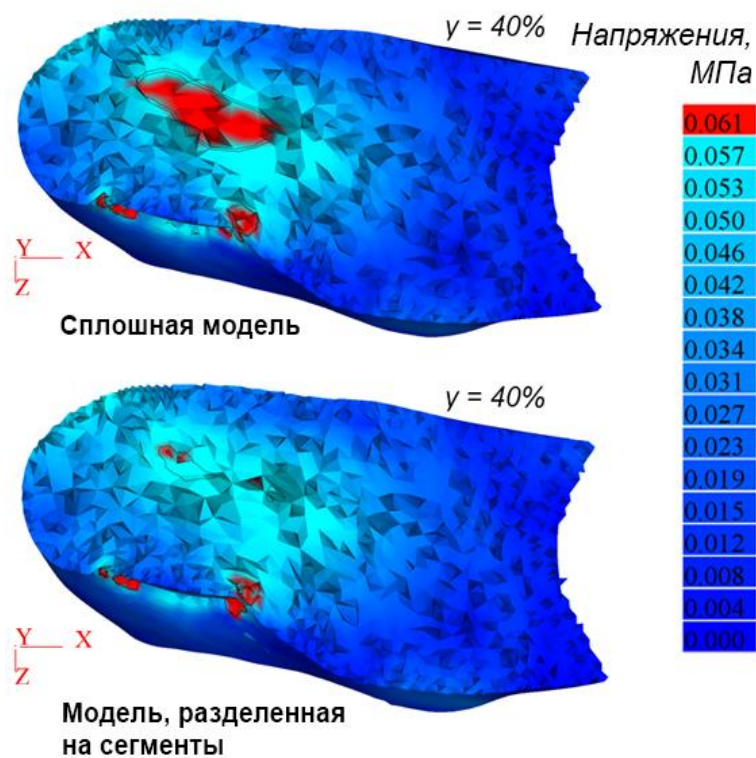
Из 9 пациентов 7 пациентов мужского пола (77,8 %) и 2 пациента женского пола, что составило 22,2 %. Средний возраст пациентов – 32 года. Средний возраст пациентов мужского пола – 26,1 года, женского пола – 42,5 года. По механизму травмы пациенты, доставленные с места ДТП, – 6 пациентов (66,5 %), кататравма – 2 пациента (22,3 %) и 1 пациент с бытовой травмой (11,2 %). Все пациенты доставлены в стационар в порядке скорой помощи.

Рис. 3а иллюстрирует деформацию печени и общую картину распределения напряжений IV теории прочности (Мизеса) на поверхности печени в момент времени  $t = 9$  мс. Разработанный инструментарий позволяет визуализировать распределение напряжений в сечениях печени, параллельных плоскостям координат. Схема построения таких сечений для случая, рассматриваемого здесь, показана на рисунке 3b. На рисунке 3с приведены распределения напряжений в горизонтальном сечении печени на расстоянии от начала координат в направлении оси  $y$ , равном 40 % от наибольшего размера печени для сплошной и разделенной на сегменты моделей. Аналогичные распределения напряжений во фронтальном сечении на расстоянии 40 % от начала координат вдоль оси  $z$  показаны для тех же моделей на рисунках 3d и 3e соответственно. Красным цветом выделены области, в которых эквивалентные напряжения  $\sigma_{\text{э}} \geq 60$  кПа. Конфигурация этих областей существенно различается в зависимости от учета разделения модели на сегменты.

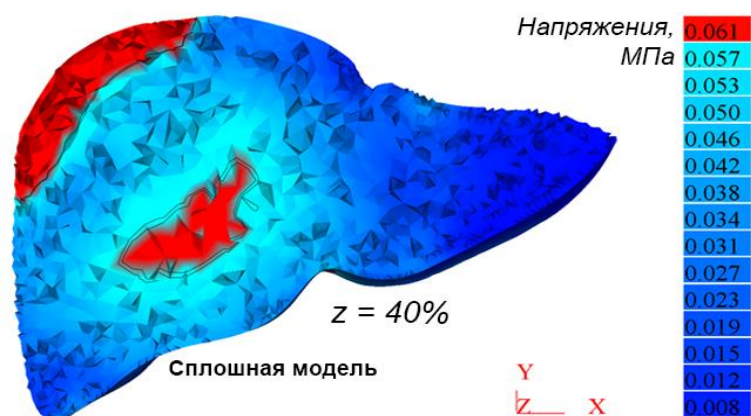
Еще одним способом оценки влияния разделения модели на сегменты может служить исследование перемещений характерных точек модели, выбранных в пределах каждого из сегментов, во время удара. На рисунке 3f показано расположение точек 1–5, перемещения которых оценивались, и графики перемещения этих точек вдоль оси  $x$  во времени. При отсутствии в модели разделения на сегменты все точки оказываются в едином изотропном пространстве (сплошные линии на рисунке 3f), тогда как при наличии такого разделения каждая точка находится внутри отдельного сегмента (пунктирные линии на рисунке 3f). Различие в перемещениях, перпендикулярных направлению удара, наиболее выражено для точек 3 и 5 (свыше 1 мм), возрастает с ходом времени и присутствует даже для наиболее удаленной от места удара точки 1.



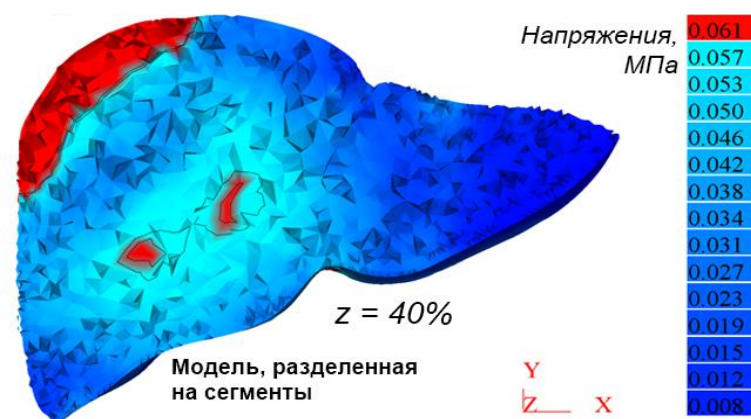




c)



d)



e)

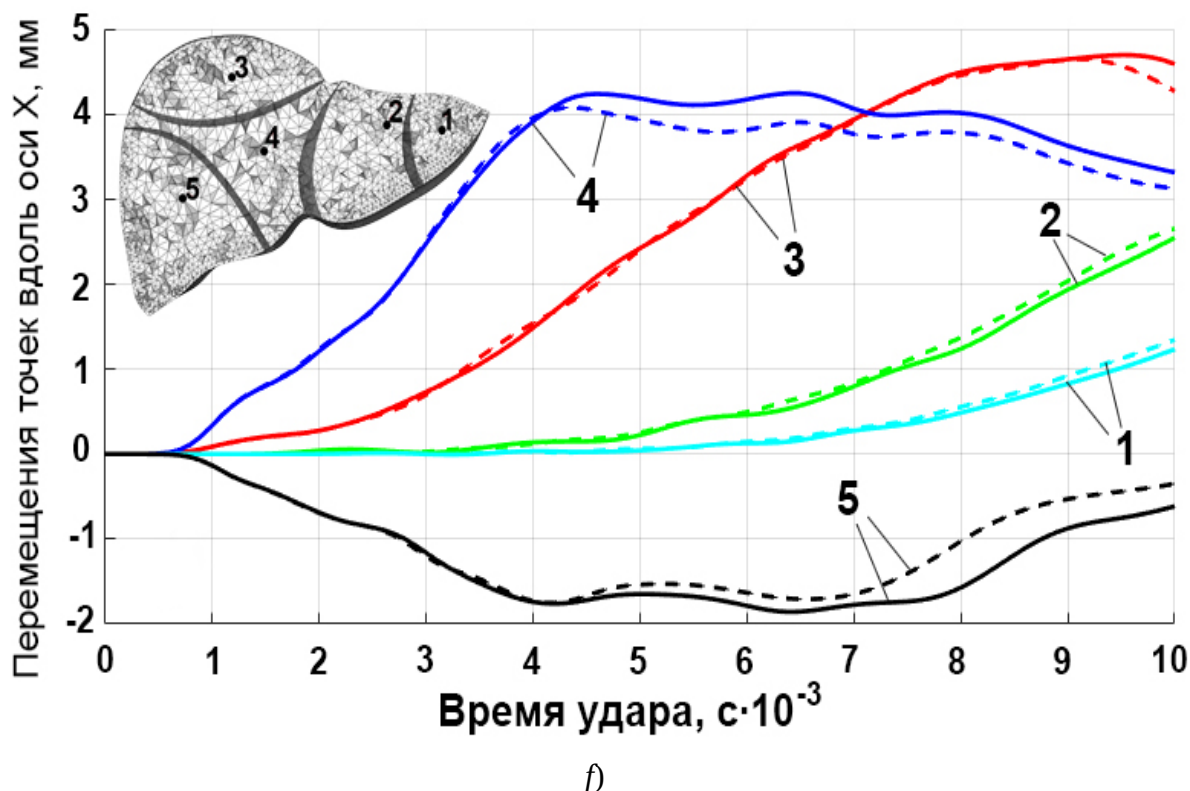


Рис. 3. Эквивалентные напряжения (Мизеса) на поверхности модели печени (а); схема построения сечений (б); напряжения в избранном горизонтальном сечении для сплошной и разделенной на сегменты (с) моделей; напряжения в избранном фронтальном сечении для сплошной (д) и разделенной на сегменты (е) моделей; перемещения точек 1–5 во времени при ударе (ф)  
 Fig. 3. Von Mises stress distributions on the liver model surface (a); cross-sections positions (b); stresses in a selected horizontal plane for solid and segmented (c) liver models; stresses in a selected frontal cross-section for intact (d) and segmented (e) liver models; displacement of points 1–5 over time during impact (f)

Следует отметить, что сравнение напряжений и перемещений было проведено лишь для одного произвольного направления удара и может быть более выраженным в других случаях, поскольку диапазоны скоростей, направлений, точек приложения и других параметров удара могут быть весьма широкими. Следовательно, учет разделения печени на сегменты имеет принципиальное значение при анализе картины повреждений ткани этого органа при ударе, что следует иметь в виду при разработке моделей, используемых для расчетной оценки ударного воздействия.

## Обсуждение

### Ограничения исследования

Основным ограничением исследования являются то, что математическая модель органа была построена на основе усредненного графического представления печени человека, а не по натурным данным, и является идеализированной в геометрическом отношении. Модель существует в единственном варианте и не предусматривает изменений формы за счет настройки каких-либо параметров. Это было сделано намеренно, поскольку цель работы состояла в первичной оценке влияния разделения модели печени на доли на распределение механических напряжений, а не в моделировании реального клинического случая. Построение модели на основе КТ реального органа привело бы к ее значительному усложнению, а анатомические особенности геометрии затруднили бы



идентификацию эффектов, которые обусловлены учетом перегородок при моделировании ударного воздействия. Заметим, что методы построения математических моделей органов по результатам КТ описаны в литературе, и авторы планируют использовать их в дальнейшей работе. Существенную погрешность в результаты моделирования вносит используемая в работе линейная упругая модель материала, которая не учитывает анизотропные свойства тканей печени. Для решения поставленных в исследовании задач такое упрощение является приемлемым, однако в ходе уточнения математической модели органа потребуется отказ от него в пользу анизотропного материала.

Вторым ограничением является недостаток данных об ударных воздействиях: их направлении, скорости, свойствах материала тела, с которым произошло соударение. В реальных клинических случаях хирургу приходится иметь дело с последствиями таких соударений, в то время как характеристики удара могут быть восстановлены лишь приблизительно. Это положение вещей можно частично преодолеть, смоделировав большое количество соударений с разными параметрами, и получить объем данных, который позволит сопоставлять картины распределения напряжений в органе с характеристиками ударов.

Третье ограничение касается проверки адекватности моделирования удара путем сопоставления распределения повреждающих напряжений с реальной картиной внутренних повреждений печени и связано с тем, что в большинстве случаев при поступлении пациента с травмой в приемное отделение КТ исследование не проводится и данные для сопоставления отсутствуют.

### **Интерпретация**

При помощи математического моделирования было показано, что наличие в модели перегородок оказывает влияние на картину распределения механических напряжений. Отчетливо наблюдаются зоны с уровнем повреждающих напряжений, которые различны для моделей с перегородками и без них при одинаковом внешнем ударном воздействии. Подробное изучение особенностей влияния наличия перегородок, соотнесение их с анатомическими особенностями органов разных пациентов и создание методики для использования результатов в клинической практике является весьма трудоемкой задачей, которая выходит за рамки данной работы, являющейся первым шагом в этом направлении. Тем не менее авторы полагают, что задачи, которые были поставлены перед исследованием, были выполнены.

### **Значение**

Потенциальное клиническое использование модели заключается в разработке программно-аппаратного комплекса, способного выполнять прямое моделирование внутренних повреждений печени при поступлении пациента с травмой в приемное отделение. Комплекс состоит из мобильного или стационарного персонального компьютера сравнительно небольшой мощности, на котором установлено специализированное приложение для моделирования повреждений печени от внешнего воздействия. Действия хирурга при этом сводятся к следующему. Наблюдая картину наружных повреждений при осмотре пациента и имея примерное представление о механизме получения травмы с его слов или со слов сотрудников скорой помощи, данных предоперационного исследования КТ, хирург формирует исходные данные для расчета: выбирает из прилагаемой библиотеки модель печени, указывает на модели область нанесения удара, задает примерный диапазон его возможных направлений и скоростей и запускает расчет, который длится несколько минут. При необходимости возможно выполнение нескольких вариантов расчета. Результат расчета представляет собой трехмерную карту повреждений,

построенную на основе распределения повреждающих напряжений в модели органа. Эти сведения позволяют хирургу планировать операцию, снижают ее травматичность и риски для пациента.

Численному моделированию травм печени посвящено значительное количество исследований [Cai et al., 2016; Pellicer-Valero et al., 2020, Bustamante et al., 2024]. В работе Umale et al. описана трехмерная модель печени, включающая систему вен, но не содержащая деления органа на сегменты. Основной задачей авторов работы была разработка методики построения конечно-элементной модели печени по данным компьютерной томографии. Результатом стала трехмерная гомогенная модель, материал которой имеет вязкоупругие свойства. В качестве примера использования модели рассмотрено напряженно-деформированное состояние печени под действием внешнего давления.

Значительная часть исследований рассматривает модели внутренних органов, включая печень, в составе вычислительной модели туловища при моделировании автомобильных крэш-тестов и баллистических испытаний. Так, в работе Cai et al. трехмерная гомогенная модель печени использована в составе полной модели тела человека для моделирования крэш-теста и бокового удара в грудь [Cai et al., 2016]. Трехмерная модель, включающая внутренние органы, кости, мышцы и кожу, была построена Степановым и др. на основе данных КТ среднестатистического мужчины и используется для исследования характера заброневой контузионной травмы [Степанов и др., 2018]. Моделирование внутренней структуры органов для этих задач не требуется, поэтому они представлены однородными средами. Наиболее совершенной является трехмерная математическая модель печени, построенная по данным томографии [Pellicer-Valero et al., 2020]. Комбинация метода конечных элементов и машинного обучения сделала возможным высокоточное моделирование механического воздействия на печень. В модели присутствует система желчевыводящих протоков, однако нет деления печени на сегменты, а также не учитываются вязко-упругие свойства материала тканей паренхимы в предположении, что моделируемое воздействие является достаточно медленным, а не ударным. Таким образом, описанные в литературе математические модели печени обладают свойствами и возможностями, которые соответствуют задачам исследований, поставленных их авторами.

Предлагаемая авторами данной статьи модель служит для расчета распределения механических напряжений в печени при ударе и принципиально отличается от моделей, упомянутых выше, наличием деления на секторы перегородками, механические свойства которых отличаются от свойств ткани паренхимы. Модель также включает воротную вену, представленную полым цилиндром. Таким образом, модель не является гомогенной структурой и отражает принципиальные морфологические особенности печени. Учет внутреннего строения органа существенно влияет на распределение механических напряжений в его ткани во время удара, а следовательно, и на расчетную картину повреждений тканей по сравнению со случаем, когда рассматривается гомогенная модель. Результаты получаются прямым моделированием удара с использованием метода конечных элементов, широко распространенным в решении задач механики деформируемого тела. Предлагаемая методика позволяет произвольно задавать направление и скорость удара, а также форму области, воспринимающей удар, что дает возможность моделировать произвольный спектр реальных травмирующих воздействий.

### Заключение

Построенная математическая модель печени с системой секторов существенно отличается от сплошной гомогенной модели. Поскольку реальный орган – в данном случае печень – является системой функциональных единиц (разделена на систему секторов),



то при численном моделировании авторы рекомендуют использовать модель с разделением. Это позволит более эффективно применять полученные результаты расчетов в оценке клинической картины после травмы и ее последующем лечении.

### Благодарности

Авторы выражают глубокую признательность кандидату технических наук, доценту Ольшевскому Алексею Андреевичу за помощь в подготовке модели и выполнении расчетов.

### Список литературы

- Воронцов А.К., Трошин В.П., Пархисенко Ю.А., Корсаков А.В., Климашевич А.В. 2020. Особенности регенерации клеток печени после травмы в экспериментальном исследовании. Современные проблемы науки и образования. 4. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=29941> (дата обращения: 14.08.2024).
- Воронцов А.К., Трошин В.П., Пархисенко Ю.А. и др. 2020. Оценка эффективности применения гелевых сорбентов в крови при травматических повреждениях печени. Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки. 1(53): 38–47.
- Гаврищук Я.В., Мануковский В.А., Тулупов А.Н. и др. 2022. Диагностика и лечение повреждений печени при закрытой травме живота с использованием малоинвазивных технологий. Вестник хирургии им. И.И. Грекова. Т. 181, № 3: 28–36. DOI 10.24884/0042-4625-2022-181-3-28-36.
- Евтихов А.В., Любимый Е.Д., Ким В.Л. 2020. Клинические наблюдения тяжелых травматических повреждений печени. Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. № 7: 89–92. DOI 10.17116/hirurgia202007189
- Маскин С.С., Александров В.В., Матюхин В.В., Ермолаева Н.К. 2020. Закрытые повреждения печени: алгоритм действий хирурга в условиях травмоцентра I уровня. Политравма. 2: 84–91.
- Одишелашвили Г.Д., Пахнов Д.В., Одишелашвили Н.Г. Массивное кровотечение из раны печени у пострадавшего с сочетанной травмой. Вестник Ивановской медицинской академии. 2021; 26(4): 41–43.
- Ольшевский А.А. 2019. Решение контактных задач методом конечных элементов в программном комплексе DSMFEM. XII Всероссийский съезд по фундаментальным проблемам теоретической и прикладной механики. 944–946.
- Подолужный В.И., Радионов И.А., Пельц В.А. и др. 2023. Травматические повреждения печени. Политравма. № 1: 34–38.
- Роткин Е.А., Агаларян А.Х., Агаджанян В.В. 2023. Особенности диагностики и лечения повреждений паренхиматозных органов живота при политравме. Политравма. 1: 29–33.
- Степанов М.Д., Харалдин Н.А., Степанов А.В., Алешин М.В., Боровков А.И. 2018. Конечно-элементное моделирование торса человека с целью анализа тяжести заброневых травм. Неделя науки СПбПУ. 259–261.
- Умедов Х.А., Хайдаров Н.Б., Хурсанов Е.Э., Шомуродов Х.Р. Оценка эффективности многоэтапной хирургической тактики при тяжелом повреждении печени. Research Focus. 2023; 2(1): 312–318. DOI: 10.5281/zenodo.7592934.
- Bustamante M.C., Cronin D.S. Impact Dependence of Behind Armor Blunt Trauma Injury Assessed Using a Human Body Finite Element Model. Journal of Biomechanical Engineering. 2024 Mar 1; 146(3).
- Cai Z., Li Z., Wang L., Hsu H., Xiao Z., Xian C.J. 2016. A Three-Dimensional Finite Element Modelling of Human Chest Injury Following Front or Side Impact Loading. Journal of Vibroengineering. 18(1): 539–50.
- Coccolini F., Cremonini C., Chiarugi M. Liver Trauma. 2023. In Textbook of Emergency General Surgery: Traumatic and Non-traumatic Surgical Emergencies. 2023 Jun 7 (pp. 1415–1430). Cham: Springer International Publishing.

- Duron V., Stylianios S. Strategies in Liver Trauma. In *Seminars in Pediatric Surgery*. 2020 Aug 1 (Vol. 29, No. 4, p. 150949). WB Saunders.
- Iida A., Ryuko T., Kemmotsu M., Ishii H., Naito H., Nakao A. 2020. Three-Year-Old Traumatic Liver Injury Patient Treated Successfully Using Transcatheter Arterial Embolization. *Int. J. Surg. Case Rep.* 70: 205–208. doi: 10.1016/j.ijscr.2020.04.036.
- Karimi A., Shojaei A. 2018. An Experimental Study to Measure the Mechanical Properties of The Human Liver. *Digestive Diseases*. 36(2): 150–5. doi: 10.1159/000481344.
- Olshevskiy A., Olshevskiy A., Kim C.W., Yang H.I. 2018. An Improved Dynamic Model of Friction Draft Gear with a Transitional Characteristic Accounting for Housing Deformation. *Vehicle System Dynamics*. 56(10): 1471–91. doi: 10.1080/00423114.2017.1415453.
- Ordoñez C.A., Parra M.W., Millán M., Caicedo Y., Guzmán-Rodríguez M., Padilla N., Salamea-Molina J.C., García A., González-Hadad A., Pino L.F., Herrera M.A. 2020. Damage Control in Penetrating Liver Trauma: Fear of the Unknown. *Colombia Médica*. 51(4). doi: 10.25100/cm.v51i4.4422.4365.
- Pellicer-Valero O.J., Rupérez M.J., Martínez-Sanchis S., Martín-Guerrero J.D. 2020. Real-Time Biomechanical Modeling of the Liver Using Machine Learning Models Trained on Finite Element Method Simulations. *Expert Systems with Applications*. 143: 113083. doi: 10.1016/j.eswa.2019.113083.
- Road Traffic Injuries 2021. Website WHO. Access mode <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries> (дата обращения: 22.03.2024).
- Tamura A., Omori K., Miki K., Lee J.B., Yang K.H., King A.I. 2002. Mechanical Characterization of Porcine Abdominal Organs. 46th Stapp Car Crash Conference. 46: 55–69. doi: 10.4271/2002-22-0003.
- Umale S., Deck C., Bourdet N., Dhumane P., Soler L.J., Marescaux J., Willinger R. 2013. Experimental Mechanical Characterization of Abdominal Organs: Liver, Kidney & Spleen. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*. 17: 22–33. doi: 10.1016/j.jmbbm.2012.07.010.
- Vorontsov A.K., Troshin V.P., Parkhisenko Y.A., Korsakov A.V., Klimashevich A.V. 2021. Morphological Traits of Hepatic Parenchymal Tissue Repair Following Experimental Injury. *Acta Clin Croat*. 60: 467–475. doi: 10.20471/acc.2021.60.03.18.
- Yu W.Y., Li Q.J., Gong J.P. 2016. Treatment Strategy for Hepatic Trauma. *Chinese Journal of Traumatology*. 19(03): 168–71. doi: 10.1016/j.cjtee.2015.09.011.

## References

- Vorontsov A.K., Troshin V.P., Parkhisenko Yu.A., Korsakov A.V., Klimashevich A.V. 2020. Osobennosti regeneracii kletok pecheni posle travmy v eksperimental'nom issledovanii [Features Of Liver Cell Regeneration after Injury in an Experimental Study]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. 4. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=29941> (дата обращения: 14.05.2022).
- Vorontsov A.K., Troshin V.P., Parkhisenko Yu.A. et al. 2020. Otsenka effektivnosti primeneniya gel'evykh sorbentov v krovi pri travmaticheskikh povrezhdeniyakh pecheni [Evaluation of the Effectiveness of Gel Sorbents in Blood in Traumatic Liver Injuries]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Povolzhskii region. Meditsinskie nauki*. 1(53): 38–47.
- Gavrishchuk Ya.V., Manukovskii V.A., Tulupov A.N. et al. 2022. Diagnostika i lechenie povrezhdenii pecheni pri zakrytoi travme zhivota s ispol'zovaniem maloinvazivnykh tekhnologii [Diagnosis and Treatment of Liver Injuries in Closed Abdominal Trauma Using Minimally Invasive Technologies]. *Vestnik khirurgii im. I.I. Grekova*. T. 181, № 3: 28–36. DOI 10.24884/0042-4625-2022-181-3-28-36.
- Evtykhov A.V., Lyubivyi E.D., Kim V.L. 2020. Klinicheskie nablyudeniya tyazhelykh travmaticheskikh povrezhdenii pecheni [Clinical Observations of Severe Traumatic Liver Injuries]. *Khirurgiya. Zhurnal im. N.I. Pirogova*. № 7: 89–92. DOI 10.17116/hirurgia202007189.
- Maskin S.S., Aleksandrov V.V., Matyuhin V.V., Ermolaeva N.K. 2020. Zakrytye povrezhdeniya pecheni: algoritm deystvii hirurga v usloviyakh travmocentra I urovnya [Closed Liver Injuries: the Algorithm of the Surgeon's Actions in a Level I Trauma Center]. *Politravma*. 2: 84–91.





- Odishelashvili G.D., Pakhnov D.V., Odishelashvili N.G. 2021. Massivnoe krvotечение iz rany pecheni u posttraumirovannogo s sochetannoi travmoi [Massive Bleeding from a Liver Wound in a Patient with Combined Trauma]. *Vestnik Ivanovskoi meditsinskoi akademii*. 26(4): 41–43.
- Olshevskiy A.A. 2019. Reshenie kontaktnykh zadach metodom konechnykh elementov v programmnom komplekse DSMFEM [Solving Contact Problems Using the Finite Element Method in the DSMFEM Software Package]. XII Vserossiyskiy s'ezd po fundamental'nym problemam teoreticheskoy i prikladnoy mekhaniki. 944–946.
- Podoluzhnyi V.I., Radionov I.A., Pel'ts V.A. et al. 2023. Travmaticheskie povrezhdeniya pecheni [Traumatic Liver Injuries]. *Politravma*. № 1: 34–38.
- Rot'kin E.A., Agalaryan A.Kh., Agadzhanyan V.V. 2023. Osobennosti diagnostiki i lecheniya povrezhdenii parenkhimatoznykh organov zhivota pri politravme [Features of Diagnosis and Treatment of Parenchymal Organ Injuries in Polytrauma]. *Politravma*. 1: 29–33.
- Stepanov M.D., Haraldin N.A., Stepanov A.V., Aleshin M.V., Borovkov A.I. 2018. Konechno-elementnoe modelirovaniye torsa cheloveka s cel'yu analiza tyazhesti zabronevnykh travm [Finite Element Modeling of the Human Torso in Order to Analyze the Severity of Spinal Injuries]. *Nedelya nauki SPbPU*. 259–261.
- Umedov Kh.A., Khaidarov N.B., Khursanov E.E., Shomurodov Kh.R. 2023. Otsenka effektivnosti mnogoetapnoi khirurgicheskoi taktiki pri tyazhelom povrezhdenii pecheni [Evaluation of the Effectiveness of Multi-Stage Surgical Tactics in Severe Liver Injury]. *Research Focus*. 2(1): 312–318. DOI: 10.5281/zenodo.7592934.
- Bustamante M.C., Cronin D.S. Impact Dependence of Behind Armor Blunt Trauma Injury Assessed Using a Human Body Finite Element Model. *Journal of Biomechanical Engineering*. 2024 Mar 1; 146(3).
- Cai Z., Li Z., Wang L., Hsu H., Xiao Z., Xian C.J. 2016. A Three-Dimensional Finite Element Modelling of Human Chest Injury Following Front or Side Impact Loading. *Journal of Vibroengineering*. 18(1): 539–50.
- Coccolini F., Cremonini C., Chiarugi M. Liver Trauma. 2023. In *Textbook of Emergency General Surgery: Traumatic and Non-traumatic Surgical Emergencies*. 2023 Jun 7 (pp. 1415–1430). Cham: Springer International Publishing.
- Duron V., Stylianou S. Strategies in Liver Trauma. In *Seminars in Pediatric Surgery*. 2020 Aug 1 (Vol. 29, No. 4, p. 150949). WB Saunders.
- Iida A., Ryuko T., Kemmotsu M., Ishii H., Naito H., Nakao A. 2020. Three-Year-Old Traumatic Liver Injury Patient Treated Successfully Using Transcatheter Arterial Embolization. *Int. J. Surg. Case Rep*. 70: 205–208. doi: 10.1016/j.ijscr.2020.04.036.
- Karimi A., Shojaei A. 2018. An Experimental Study to Measure the Mechanical Properties of The Human Liver. *Digestive Diseases*. 36(2): 150–5. doi: 10.1159/000481344.
- Olshevskiy A., Olshevskiy A., Kim C.W., Yang H.I. 2018. An Improved Dynamic Model of Friction Draft Gear with a Transitional Characteristic Accounting for Housing Deformation. *Vehicle System Dynamics*. 56(10): 1471–91. doi: 10.1080/00423114.2017.1415453.
- Ordoñez C.A., Parra M.W., Millán M., Caicedo Y., Guzmán-Rodríguez M., Padilla N., Salamea-Molina J.C., García A., González-Hadad A., Pino L.F., Herrera M.A. 2020. Damage Control in Penetrating Liver Trauma: Fear of the Unknown. *Colombia Médica*. 51(4). doi: 10.25100/cm.v51i4.4422.4365.
- Pellicer-Valero O.J., Rupérez M.J., Martínez-Sanchis S., Martín-Guerrero J.D. 2020. Real-Time Biomechanical Modeling of the Liver Using Machine Learning Models Trained on Finite Element Method Simulations. *Expert Systems with Applications*. 143: 113083. doi: 10.1016/j.eswa.2019.113083.
- Road Traffic Injuries 2021. Website WHO. Access mode <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries> (дата обращения: 22.03.2024).
- Tamura A., Omori K., Miki K., Lee J.B., Yang K.H., King A.I. 2002. Mechanical Characterization of Porcine Abdominal Organs. 46th Stapp Car Crash Conference. 46: 55–69. doi: 10.4271/2002-22-0003.
- Umale S., Deck C., Bourdet N., Dhumane P., Soler L.J., Marescaux J., Willinger R. 2013. Experimental Mechanical Characterization of Abdominal Organs: Liver, Kidney & Spleen. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*. 17: 22–33. doi: 10.1016/j.jmbbm.2012.07.010.

- Vorontsov A.K., Troshin V.P., Parkhisenko Y.A., Korsakov A.V., Klimashevich A.V. 2021. Morphological Traits of Hepatic Parenchymal Tissue Repair Following Experimental Injury. *Acta Clin Croat.* 60: 467–475. doi: 10.20471/acc.2021.60.03.18.
- Yu W.Y., Li Q.J., Gong J.P. 2016. Treatment Strategy for Hepatic Trauma. *Chinese Journal of Traumatology.* 19(03): 168–71. doi: 10.1016/j.cjtee.2015.09.011.

**Конфликт интересов:** о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

**Conflict of interest:** no potential conflict of interest related to this article was reported.

Поступила в редакцию 04.06.2024

Поступила после рецензирования 24.07.2024

Принята к публикации 12.08.2024

Received June 04, 2024

Revised July 24, 2024

Accepted August 12, 2024

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Воронцов Алексей Константинович**, кандидат медицинских наук, заведующий хирургическим отделением, Брянская городская больница № 1, г. Брянск, Россия

[ORCID: 0000-0002-3730-1005](https://orcid.org/0000-0002-3730-1005)

**Ольшевский Александр Алексеевич**, кандидат технических наук, ведущий инженер-программист ООО «Вычислительная механика», г. Брянск, Россия

[ORCID: 0000-0002-9965-4797](https://orcid.org/0000-0002-9965-4797)

**Корсаков Антон Вячеславович**, доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры Медицина катастроф, Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова, г. Москва, Россия

[ORCID: 0000-0002-4609-0246](https://orcid.org/0000-0002-4609-0246)

**Пархисенко Юрий Александрович**, доктор медицинских наук, профессор кафедры специализированных хирургических дисциплин, Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко, г. Воронеж, Россия

[ORCID: 0000-0002-6486-9405](https://orcid.org/0000-0002-6486-9405)

**Безалтынних Александр Александрович**, доктор медицинских наук, доцент, заведующий кафедрой госпитальной хирургии, Смоленский государственный медицинский университет, г. Смоленск, Россия

[ORCID: 0000-0001-5629-1538](https://orcid.org/0000-0001-5629-1538)

**Сухаруков Александр Сергеевич**, кандидат медицинских наук, ассистент кафедры госпитальной хирургии, Смоленский государственный медицинский университет, г. Смоленск, Россия

[ORCID: 0000-0002-8181-385X](https://orcid.org/0000-0002-8181-385X)

## INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Aleksey K. Vorontsov**, Candidate of Sciences in Medicine, Head of the Surgical Department, Bryansk City Hospital No. 1, Bryansk, Russia

**Aleksandr A. Olshevskiy**, Candidate of Sciences in Technology, Leading Engineer-Programmer, LLC "Computational Mechanics", Bryansk, Russia

**Anton V. Korsakov**, Doctor of Sciences in Biology, Associate Professor, Professor of the Department of Disaster Medicine, N.I. Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

**Yuriy A. Parkhisenko**, Doctor of Sciences in Medicine, Professor of the Department of Specialized Surgical Disciplines, N.N. Burdenko Voronezh State Medical University, Voronezh, Russia

**Aleksandr A. Bezaltynnykh**, Doctor of Sciences in Medicine, Associate Professor, Head of the Department of Hospital Surgery, Smolensk State Medical University, Smolensk, Russia

**Aleksandr S. Sukharukov**, Candidate of Sciences in Medicine, Assistant at the Department of Hospital Surgery, Smolensk State Medical University, Smolensk, Russia





**Чередников Евгений Федорович**, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой urgentной и факультетской хирургии, Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко, г. Воронеж, Россия

 [ORCID: 0000-0003-2048-6303](https://orcid.org/0000-0003-2048-6303)

**Evgeniy F. Cherednikov**, Doctor of Sciences in Medicine, Professor, Head of the Department of Urgent and Faculty Surgery, N.N. Burdenko Voronezh State Medical University, Voronezh, Russia

**Трошин Владислав Павлович**, заслуженный врач РФ, доктор медицинских наук, заведующий патологоанатомическим отделением, Брянская городская больница № 1, г. Брянск, Россия

 [ORCID: 0000-0003-1675-7553](https://orcid.org/0000-0003-1675-7553)

**Vladislav P. Troshin**, Honored Doctor of the Russian Federation, Doctor of Sciences in Medicine, Head of the Pathological Anatomy Department, Bryansk City Hospital No. 1, Bryansk, Russia

**Баранников Сергей Викторович**, кандидат медицинских наук, доцент кафедры urgentной и факультетской хирургии, Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко, г. Воронеж, Россия

 [ORCID: 0000-0002-2620-9836](https://orcid.org/0000-0002-2620-9836)

**Sergey V. Barannikov**, Candidate of Sciences in Medicine, Associate Professor of the Department of Urgent and Faculty Surgery, N.N. Burdenko Voronezh State Medical University, Voronezh, Russia