

2/2023

ПОЛИТРАВМА/ POLYTRAUMA

Журнал зарегистрирован
Федеральной службой
по надзору в сфере
связи, информационных
технологий и массовых
коммуникаций (Роскомнадзор).
Свидетельство о регистрации
ПИ № ФС77-71530
от 01 ноября 2017 г.

Учредитель:
Благотворительный Фонд
центра охраны здоровья
шахтеров

Журнал реферируется
РЖ ВНИИТИ

Индексация:
РИНЦ
SCOPUS
Ulrich's International
Periodicals Directory

Адрес редакции:
652509,
Кемеровская обл.,
г. Ленинск – Кузнецкий,
ул. Микрорайон 7, д. 9
Телефоны:
+7 (38456) 2-38-88; 9-55-34
E-mail: mail@poly-trauma.ru
irmaust@gnc.kuzbass.net

WEB:
<http://mine-med.ru/polytrauma>
<http://poly-trauma.ru>

Периодичность выхода:
4 раза в год

Распространяется
по подписке

Подписной индекс:
ПН339 в каталоге
«Почта России»

Адрес издателя:
Благотворительный Фонд центра
охраны здоровья шахтеров,
652509, Кемеровская обл.,
г. Ленинск-Кузнецкий,
ул. Лесной городок, д. 52/2

Подготовка к печати:
ИД «Медицина
и Просвещение»
650066, г. Кемерово,
пр. Октябрьский, 22
www.mednauki.ru

Шеф-редактор:
А. А. Коваленко

Редактор:
Н. С. Черных

Макетирование:
И. А. Коваленко

Отв. редактор:
А. В. Лазурина

Перевод:
Д. А. Шавлов

Подписано в печать:
26.06.2023

Дата выхода в свет:
27.06.2023

Тираж: 1000 экз.
Цена свободная

Отпечатано в типографии
ООО «Векторпринт»,
650004, г. Кемерово,
ул. Стахановская 1-я,
дом 39-А, оф. 21

Редакционная коллегия

Главный редактор

Зам. главного редактора

д.м.н., профессор
д.б.н., профессор
д.м.н.
к.м.н.

В. В. Агаджанян
И. М. Устьянцева
А. Х. Агаларян
А. А. Корыткин

Ленинск-Кузнецкий
Ленинск-Кузнецкий
Ленинск-Кузнецкий
Новосибирск

Научные редакторы

д.м.н., профессор, чл.-кор. РАН
д.м.н., профессор
д.м.н., профессор
д.м.н., профессор
д.м.н., профессор
д.м.н.
д.м.н.
д.м.н.
д.м.н.
д.м.н.
д.м.н.
д.м.н.
д.м.н., профессор
д.м.н.

Н. В. Загородний
Г. В. Коробушкин
А. А. Завражнов
В. В. Хомяков
И. Н. Лейдерман
И. Ф. Ахтямов
А. О. Гирш
М. М. Стуканов
Л. М. Афанасьев
С. А. Кравцов
А. Ю. Милуков
А. В. Новокшенов
А.А. Пронских
О. И. Хохлова
Д. Г. Данцигер
А. С. Бенья

Москва
Москва
Санкт-Петербург
Санкт-Петербург
Санкт-Петербург
Казань
Омск
Омск
Ленинск-Кузнецкий
Ленинск-Кузнецкий
Ленинск-Кузнецкий
Ленинск-Кузнецкий
Новокузнецк
Новокузнецк
Самара

Редакционный совет

д.м.н., профессор, академик РАН
д.м.н., профессор, чл.-кор. РАН
д.м.н., профессор, академик РАН
д.м.н., профессор, чл.-кор. РАН
д.м.н., профессор, академик РАН
д.м.н., профессор
д.м.н.
д.м.н., профессор
д.м.н., профессор, академик РАН
д.м.н., профессор
д.м.н., профессор
д.м.н., профессор
д.м.н., профессор, академик РАН
д.м.н., профессор, академик РАН
д.м.н., профессор
д.м.н., профессор, чл.-кор. РАН
д.м.н., профессор
д.м.н., профессор
д.м.н., профессор, академик РАН
д.м.н., профессор, чл.-кор. РАН
д.м.н., профессор
д.м.н., профессор
д.м.н., профессор, академик AMH PA
MD, PhD
MD
MD
MD
MD
MD
MD, FRCS, FACS
MD, PhD

С. П. Миронов
В. В. Мороз
А. Ш. Хубутя
С. С. Петриков
С. Ф. Гончаров
А. Г. Аганесов
А. И. Ярошецкий
Л. К. Брижань
Р. М. Тихилов
А. Г. Баиндурашвили
И. М. Самохвалов
Е. К. Гуманенко
А. К. Дулаев
В. В. Ступак
В. А. Козлов
Л. С. Барбараш
Г. К. Золотов
А. В. Бондаренко
Е. Г. Григорьев
К. А. Апарцин
В. А. Сорокиных
И. А. Норкин
Г. П. Котельников
В. И. Шевцов
В. В. Ключевский
М. Ю. Каримов
В. П. Айвазян
Г. К. Папе
Р. Пфайфер
А. Бляхер
Р. Ф. Видман
Д. Л. Хелфет
Р. М. Хайндс
Н. Вольфсон
А. Лернер

Москва
Москва
Москва
Москва
Москва
Москва
Москва
Москва
Санкт-Петербург
Санкт-Петербург
Санкт-Петербург
Санкт-Петербург
Новосибирск
Новосибирск
Кемерово
Новокузнецк
Барнаул
Иркутск
Иркутск
Иркутск
Саратов
Самара
Курган
Ярославль
Ташкент, Узбекистан
Ереван, Армения
Цюрих, Швейцария
Цюрих, Швейцария
Нью-Йорк, США
Нью-Йорк, США
Нью-Йорк, США
Нью-Йорк, США
Сан-Франциско, США
Зефат, Израиль

Решением ВАК Министерства образования и науки РФ журнал «Политравма» включен в «Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук»

Воспроизведение опубликованных материалов без письменного согласия редакции не допускается. Авторские материалы могут не отражать точку зрения редакции. Ответственность за достоверность информации в рекламных материалах несут рекламодатели.

[СОДЕРЖАНИЕ]

6 ОРИГИНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

ЛАБОРАТОРНАЯ МЕДИЦИНА. ТРАНСФОРМАЦИЯ ВЗГЛЯДОВ
И НОВЫЕ ГОРИЗОНТЫ В СЛЕДУЮЩЕМ ДЕСЯТИЛЕТИИ XXI ВЕКА
Устьянцева И.М., Агаджанян В.В.

16 АНЕСТЕЗИОЛОГИЯ И РЕАНИМАТОЛОГИЯ

ЭВОЛЮЦИЯ ГЛИКЕМИИ И ТРИГЛИЦЕРИДЕМИИ У ПАЦИЕНТОВ
С ОСТРЫМ РЕСПИРАТОРНЫМ ДИСТРЕСС-СИНДРОМОМ ПРИ
РАЗНОПЛАНОВОЙ НУТРИТИВНОЙ ТЕРАПИИ (СООБЩЕНИЕ 1)
Гирш А. О., Мищенко С. В., Степанов С. С., Клементьев А. В.,
Черненко С. В., Малюк А. И., Осипенко Е. В.

29 КЛИНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ХИРУРГИИ

ОСОБЕННОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ ДИЛАТАЦИОННОЙ
ТРАХЕОСТОМИИ У ПАЦИЕНТОВ С COVID-19: ТАКТИКА
ВЕДЕНИЯ ПАЦИЕНТА, МЕТОДИКА И ПЕРСПЕКТИВЫ
Порханов В. А., Штрауб В. В., Богданов С. Б., Муханов М. Л.,
Богданова Ю. А., Зайцева С. Л.

36 КЛИНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ТРАВМАТОЛОГИИ И ОРТОПЕДИИ

ЧАСТОТА, ФАКТОРЫ РИСКА, ОСОБЕННОСТИ ДИАФИЗАРНЫХ
НЕСРАЩЕНИЙ ДЛИННЫХ КОСТЕЙ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ
Бондаренко А. В., Гусейнов Р. Г., Герасимова О. А.,
Плотников И. А., Завсеголов Н. И.

45 ОЦЕНКА СРЕДНЕСРОЧНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ РЕЛИЗА ЛАТЕРАЛЬНОГО

РЕТИНАКУЛУМА НАДКОЛЕННИКА ПРИ ТОТАЛЬНОМ
ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИИ КОЛЕННОГО СУСТАВА
Каримов М.Ю., Мадрахимов С.Б.

53 ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ ПАЦИЕНТОВ С ПОВЫШЕННЫМ

ИНДЕКСОМ МАССЫ ТЕЛА ПРИ ТРАВМЕ ПРОКСИМАЛЬНОГО
ОТДЕЛА БЕДРЕННОЙ КОСТИ
Хань Х.Ч., Ахтямов И.Ф.

64 КЛИНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ НЕЙРОХИРУРГИИ

АНАЛИЗ РИСКОВ ПОВРЕЖДЕНИЯ ТВЕРДОЙ МОЗГОВОЙ
ОБОЛОЧКИ В ХИРУРГИИ ДЕГЕНЕРАТИВНОЙ ПАТОЛОГИИ
ПОЯСНИЧНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА
Сороковиков В.А., Животенко А.П., Ларионов С.Н.,
Шурыгина И.А., Потапов В.Э.

74 ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ, ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ, ЛАБОРАТОРНАЯ ДИАГНОСТИКА

СИСТЕМНЫЕ ОСОБЕННОСТИ КЛЕТОЧНОГО
ИММУНИТЕТА И ПРОЦЕССЫ РЕМОДЕЛИРОВАНИЯ
СУБХОНДРАЛЬНОЙ КОСТИ ПРИ РАННИХ
ПРОЯВЛЕНИЯХ ИДИОПАТИЧЕСКОГО ГОНАРТРОЗА,
СОПРОВОЖДАЮЩЕГОСЯ СИНОВИТОМ
Гладкова Е.В., Ульянов В.Ю., Норкин И.А.

83 СЛУЧАЙ ИЗ ПРАКТИКИ

ДИАГНОСТИКА И ЛЕЧЕНИЕ ПРОНИКАЮЩЕГО
КОЛЮЩЕГО (ПИКОВОГО) РАНЕНИЯ В БРЮШНУЮ
ПОЛОСТЬ У РЕБЕНКА
Роткин Е.А., Галятина Е.А., Шестова Е.С.,
Богданов А.В., Агаларян А.Х.

88 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПЕПТИДНЫХ ПРЕПАРАТОВ НАДКОСТНИЦЫ
И НЕЙРОПЕПТИДА НА РЕПАРАЦИЮ КОСТНОЙ ТКАНИ
(ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ)
Мироманов А. М., Гусев К. А., Миронова О. Б.,
Мироманова Н. А.

94 ОБЗОРЫ

СОВРЕМЕННОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ
ИМПЛАНТАТОВ НА ОСНОВЕ ПОРИСТОГО ТИТАНА И ЕГО
СПЛАВОВ ДЛЯ ЗАМЕЩЕНИЯ КОСТНЫХ ДЕФЕКТОВ
Бугаев Г.А., Антониади Ю.В., Помогаева Е.В.,
Шорикова А.И.

103 ЮБИЛЕИ

Александр Хачатурович Агаларян

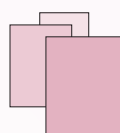
104 РЕФЕРАТЫ ПУБЛИКАЦИЙ

110 БИБЛИОГРАФИЯ

ПО ПРОБЛЕМАМ ПОЛИТРАВМЫ

113 ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ

118 ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ РЕКЛАМОДАТЕЛЕЙ



2/2023

ПОЛИТРАВМА/ POLYTRAUMA

The journal is registered
in the Federal Service
for Control of Communication,
Information Technologies
and Mass Communications.
The certificate of registration
PI # FS77-71530,
November, 01, 2017

Institutor:
Charity fund of the Federal
Scientific Clinical Center
of the Miners Health Protection

Indexation:
Russian Science Citation Index (RSCI),
SCOPUS,
Ulrich's International Periodicals
Directory

Editorial staff's address:

7th district, 9,
Leninsk-Kuznetsky,
Kemerovo region,
Russian Federation,
652509

Phone: +7 (38456) 2-38-88
+7 (38456) 9-55-34

E-mail: mail@poly-trauma.ru
irmaust@gnkc.kuzbass.net

WEB:
<http://mine-med.ru/polytrauma>
<http://poly-trauma.ru>

Publisher's address:
The Charity Fund of Clinical Center
of Miners' Health Protection,
Lesnoy Gorodok St., 52/2,
Leninsk-Kuznetsky, Kemerovo region,
Russia, 652509

Publication frequency:
4 times a year

Subscription:
Open Access for all users on website
Print version is available
via "Russian Post" service
with index ПН339

Prepress:
"Medicine and Enlightenment"
Publishing House
Oktyabrsky prospect, 22,
Kemerovo, 650066,
www.mednauki.ru

Editor-in-Chief:
Kovalenko A. A.

Editor: Chernykh N. S.

Imposition planning:
Kovalenko I. A.

Executive editor:
Lazurina A. V.

Translating:
Shavlov D. A.

Passed for printing 26.06.2023

Date of publishing: 27.06.2023

Circulation: 1000 exemplars
Free price

Printed in the letterpress plant
closed corporation "Vectorprint",
Stakhanovskaya St., 39A, 21,
Kemerovo, Russia, 650004

Chief editor MD, PhD, professor
Deputy chief editor PhD in Biology, professor
MD, PhD
MD

MD, PhD, professor, corresponding member of RAS
MD, PhD, professor
MD, PhD, professor
MD, PhD, professor
MD, PhD, professor
MD, PhD, professor
MD, PhD
MD, PhD
MD, PhD
MD, PhD
MD, PhD
MD, PhD
MD, PhD
MD, PhD, professor
MD, PhD

MD, PhD, professor, academician of RAS
MD, PhD, professor, corresponding member of RAS
MD, PhD, professor, academician of RAS
MD, PhD, professor, corresponding member of RAS
MD, PhD, professor, academician of RAS
MD, PhD, professor
MD, PhD
MD, PhD, professor
MD, PhD, professor, academician of RAS
MD, PhD, professor, academician of RAS
MD, PhD, professor
MD, PhD, professor, corresponding member of RAS
MD, PhD, professor
MD, PhD, professor
MD, PhD, professor
MD, PhD, professor, academician of RAS
MD, PhD, professor, corresponding member of RAS
MD, PhD, professor
MD, PhD, professor
MD, PhD, professor
MD, PhD, professor, academician of AAMS
MD, PhD
MD
MD
MD
MD
MD, FRCS, FACS
MD, PhD

Editorial staff

Agadzhanian V. V.
Ustyantseva I. M.
Agalaryan A. Kh.
Korytkin A. A.

Leninsk-Kuznetsky
Leninsk-Kuznetsky
Leninsk-Kuznetsky
Novosibirsk

Science editors

Zagorodniy N. V.
Korobushkin G. V.
Zavrazhnov A. A.
Khomnits V. V.
Leyderman I. N.
Akhtyamov I. F.
Girsh A. O.
Stukanov M. M.
Afanasyev L. M.
Kravtsov S. A.
Milyukov A. Yu.
Novokshonov A. V.
Pranskikh A. A.
Khokhlova O. I.
Dantsiger D. G.
Benyan A. S.

Moscow
Moscow
Saint Petersburg
Saint Petersburg
Saint Petersburg
Kazan
Omsk
Omsk
Leninsk-Kuznetsky
Leninsk-Kuznetsky
Leninsk-Kuznetsky
Leninsk-Kuznetsky
Novokuznetsk
Novokuznetsk
Novokuznetsk
Samara

Editorial board

Mironov S. P.
Moroz V. V.
Khutiyeva A. Sh.
Petrikov S. S.
Goncharov S. F.
Aganov A. G.
Yaroshetskiy A. I.
Brizhan L. K.
Tikhilov R. M.
Baindurashvili A. G.
Samokhvalov I. M.
Gumanenko E. K.
Dulaev A. K.
Stupak V. V.
Kozlov A. V.
Barbarash L. S.
Zolov G. K.
Bondarenko A. V.
Grigoryev E. G.
Aparsin K. A.
Sorokovikov V. A.
Norkin I. A.
Kotelnikov G. P.
Shevtsov V. I.
Klyuchevsky V. V.
Karimov M. Yu.
Ayvazyan V. P.
Pape H. C.
Pfeifer R.
Blyakher A.
Widmann R. F.
Helfet D. L.
Hinds R. M.
Wolfson N.
Lerner A.

Moscow
Moscow
Moscow
Moscow
Moscow
Moscow
Moscow
Moscow
Saint Petersburg
Saint Petersburg
Saint Petersburg
Saint Petersburg
Saint Petersburg
Novosibirsk
Novosibirsk
Kemerovo
Novokuznetsk
Barnaul
Irkutsk
Irkutsk
Irkutsk
Saratov
Samara
Kurgan
Yaroslavl
Tashkent, Uzbekistan
Erevan, Armenia
Zurich Switzerland
Zurich Switzerland
New-York, USA
New-York, USA
New-York, USA
New-York, USA
San Francisco, USA
Zefat, Israel

According to the decision by the Ministry of Education and Science of the Russian Federation the journal Polytrauma has been included into "The List of reviewed scientific publications, which should publish main scientific results of dissertations for candidate of sciences and PhD in medicine"

[CONTENTS]

6 ORIGINAL RESEARCHES

LABORATORY MEDICINE. TRANSFORMATION
OF VIEWS, AND NEW HORIZONS IN THE NEXT
DECADE OF THE XXI CENTURY
Ustyantseva I. M., Agadzhanian V. V.

16 ANESTHESIOLOGY AND CRITICAL CARE MEDICINE

EVOLUTION OF GLYCEMIA AND TRIGLYCERIDEMIA
IN PATIENTS WITH ACUTE RESPIRATORY DISTRESS
SYNDROME WITH DIVERSE NUTRITIONAL THERAPY
(REPORT 1)
Girsh A. O., Mishchenko S. V., Stepanov S. S.,
Klementiev A. V., Chernenko S. V., Malyuk A. I.,
Osipenko E. V.

29 CLINICAL ASPECTS OF SURGERY

PECULIARITIES OF PERFORMING DILATED
TRACHEOSTOMY IN PATIENTS WITH COVID-19:
PATIENT MANAGEMENT, METHODS AND OUTLOOK
Porkhanov V. A., Straub V. V., Bogdanov S. B.,
Mukhanov M. L., Bogdanova Yu. A., Zaitseva S. L.

36 CLINICAL ASPECTS OF TRAUMATOLOGY AND ORTHOPEDICS

FREQUENCY, RISK FACTORS, AND FEATURES
OF DIAPHYSEAL NONUNIONS OF THE LONG BONES
OF THE LOWER EXTREMITIES
Bondarenko A.V., Guseynov R.G., Gerasimova O.A.,
Plotnikov I.A., Zavsegolov N.I.

45 EVALUATION OF THE MEDIUM-TERM RESULTS OF THE LATERAL RETINACULUM RELEASE DURING TOTAL KNEE ARTHROPLASTY

Karimov, M. Yu., Madrakhimov S.B.

53 SURGICAL TREATMENT OF PATIENTS WITH INCREASED BODY MASS INDEX IN PROXIMAL FEMURAL INJURY

Han H. Zhi., Akhtyamov I.F.

64 CLINICAL ASPECTS OF NEURO-SURGERY

ANALYSIS OF RISKS OF DAMAGE TO THE DURA MATER IN SURGERY
FOR DEGENERATIVE PATHOLOGY OF THE LUMBAR SPINE
Sorokovikov V.A., Zhivotenko A.P., Larionov S. N.,
Shurygina I.A., Potapov V.E.

74 FUNCTIONAL, INSTRUMENTAL AND LABORATORY DIAGNOSTIC SYSTEMIC FEATURES OF CELLULAR IMMUNITY AND SUBCHONDRAL BONE REMODELING IN EARLY MANIFESTATIONS OF IDIOPATHIC GONARTHROSIS ACCOMPANIED BY SYNOVITIS

Gladkova E.V., Ulyanov V.Yu., Norkin I.A.

83 CASE HISTORY

DIAGNOSIS AND TREATMENT OF A PENETRATING STAB (PEAK)
WOUND OF THE ABDOMINAL CAVITY IN A CHILD
Rotkin E. A., Galyatina E. A., Shestova E. S., Bogdanov A. V.,
Agalaryan A. Kh.

88 EXPERIMENTAL INVESTIGATIONS

EVALUATION OF THE INFLUENCE OF PERIOSTEAL PEPTIDE
PREPARATIONS AND NEUROPEPTIDE ON BONE TISSUE REPAIR
(EXPERIMENTAL STUDY)
Miromanov A. M., Gusev K. A., Mironova O. B., Miromanova N. A.

94 REVIEWS

MODERN PRESENTATION OF USING POROUS TITANIUM IMPLANTS
AND ITS ALLOYS FOR BONE DEFECTS AUGMENTATION
Bugayev G.A., Antoniadu Yu.V., Pomogaeva E.V., Shorikova A.I.

103 ANNIVERSARY

Alexander Khachaturovich Agalaryan

104 REPORTS OF PUBLICATIONS

110 BIBLIOGRAPHY OF POLYTRAUMA PROBLEMS

113 INFORMATION FOR AUTHORS

118 INFORMATION FOR ADVERTISERS



**Номер выпущен
при финансовой поддержке
Алексея Юрьевича Лямина
и Тимура Владимировича
Франка**

Уважаемые коллеги!

Приветствую вас на страницах очередного номера журнала «Политравма/Polytrauma». Мы, как всегда, предлагаем вашему вниманию последние, самые актуальные научные исследования и практические наблюдения по проблемам политравмы и смежным дисциплинам.

Этот выпуск открывает статья, освещающая перспективы развития стратегических и прорывных технологий лабораторной медицины в следующем десятилетии XXI века, которые всегда быстро и эффективно реагируют на меняющиеся потребности здравоохранения.

Заслуживает внимания исследование анестезиологов-реаниматологов, посвященное изучению реакции углеводного и жирового обмена у пациентов с легким и средним ОРДС при реализации гетерогенных схем питательной терапии.

В разделе «Клинические аспекты хирургии» представлена новая модифицированная технология трахеостомии у пациентов с COVID-19, находящихся в условиях реанимационного отделения, обеспечивающая быстрое заживление с минимизацией гнойных осложнений и уменьшение гипоксического периода при установке канюли.

Травматологи-ортопеды продолжают поиск решений, которые позволили бы улучшить не только результаты лечения, но и качество жизни пациентов. Так, одно из исследований посвящено оценке факторов риска развития диафизарных несращений длинных костей нижних конечностей, другое — поиску метода лечения пациентов с повышенным индексом массы тела при внесуставных переломах проксимального отдела бедренной кости, который обеспечивал бы раннюю полноценную нагрузку на травмированную конечность и успешную реабилитацию. Еще одна работа посвящена оценке среднесрочных результатов релиза латерального ретинакулума надколенника при тотальном эндопротезировании коленного сустава.

В разделе «Клинические аспекты нейрохирургии» представлены результаты анализа рисков повреждения твердой мозговой оболочки в хирургии дегенеративных заболеваний поясничного отдела позвоночника, предупреждение которых требует особого внимания на всех этапах хирургического лечения таких пациентов.

В диагностическом исследовании рассматриваются биохимические признаки ремоделирования субхондральной кости при ранних проявлениях идиопатического гонартроза с признаками синовита.

Особого внимания заслуживают вопросы диагностики и лечения травматических повреждений у детей. Поэтому сегодня вашему вниманию мы предлагаем случай успешного лечения проникающего колото-резаного ранения брюшной полости у ребенка.

В экспериментальном исследовании оценивается стимулирующее влияние пептидных препаратов надкостницы и нейропептида на репаративную регенерацию костной ткани. Обзорная статья посвящена изучению современного состояния вопросов использования титанового аугмента в качестве материала для замещения дефектов кости.

Надеюсь, на страницах сегодняшнего номера вы сможете найти ответы на многие важные и актуальные вопросы, а дискуссию по еще не разрешенным проблемам предлагаю продолжить в наших следующих выпусках.

С наилучшими пожеланиями,
Главный редактор, Заслуженный врач РФ,
д.м.н., профессор, академик РАЕН В. В. Агаджанян

ЛАБОРАТОРНАЯ МЕДИЦИНА. ТРАНСФОРМАЦИЯ ВЗГЛЯДОВ И НОВЫЕ ГОРИЗОНТЫ В СЛЕДУЮЩЕМ ДЕСЯТИЛЕТИИ XXI ВЕКА

LABORATORY MEDICINE. TRANSFORMATION OF VIEWS, AND NEW HORIZONS IN THE NEXT DECADE
OF THE XXI CENTURY

Устьянцева И.М. Ustyantseva I.M.
Агаджанян В.В. Agadzhanian V.V.

ФГБУЗ «Кузбасский клинический центр охраны здоровья шахтеров имени святой великомученицы Варвары»,
г. Ленинск-Кузнецкий, Россия,

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный медицинский университет», Минздрава России,
г. Кемерово, Россия,

ФГБУ «ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России,
г. Новосибирск, Россия

Kuzbass Clinical Center of Miners' Health Protection
named after The Holy Great Martyr Barbara,
Leninsk-Kuznetsky, Russia,

Kemerovo State Medical University,
Kemerovo, Russia,

Novosibirsk Research Institute of Traumatology
and Orthopedics n.a. Ya.L. Tsivyan,
Novosibirsk, Russia

Цель – представить перспективы развития стратегических и прорывных технологий лабораторной медицины в следующем десятилетии XXI века.

Материалы и методы. Прогнозы о будущем лабораторной медицины представлены на основании анализа систематических обзоров базы данных PubMed 2017-2022 гг. и аналитических обзоров отдела новых технологий Международной федерации клинической химии и лабораторной медицины IFCC.

Результаты. Этот обзор развивает дискуссию о приоритетных точках роста лабораторной медицины в 2020-х годах в пяти основных тематических областях:

1. «Общеплановая картина» здравоохранения (исследует последствия изменения популяции пациентов, отношения мозга к мозгу, циклическое тестирование с прямым доступом, роботы и полная автоматизация лабораторий, а также зеленые технологии и устойчивое развитие).
2. Преаналитические факторы (роль различных типов образцов, беспилотных летательных аппаратов и биобанков).
3. Аналитические факторы (достижения в области тестирования на месте оказания медицинской помощи, масс-спектрометрии, геномики, геномной и иммунотерапии, 3D-печати и общего лабораторного качества).
4. Постаналитические факторы (ценность лабораторной медицины, растущая роль искусственного интеллекта, управление и интерпретация «omics» данных, а также общие контрольные интервалы и пределы принятия решений).
5. Взаимоотношения (роль научных обществ лабораторной медицины, образовательные потребности специалистов лабораторий, коммуникация, взаимоотношения между специалистами лабораторий и клиницистами, финансирование лабораторной медицины, а также ожидаемые экономические возможности и результаты в 2020-х годах).

Заключение. Лабораторная медицина имеет богатую историю внедрения новых технологий и эффективного реагирования на меняю-

Objective – to present the prospects for the development of strategic and breakthrough technologies in laboratory medicine in the next decade of the 21st century.

Materials and methods. Predictions about the future of laboratory medicine are presented based on the analysis of systematic reviews of the PubMed database 2017-2022 and analytical reviews of the department of new technologies of the International Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (IFCC).

Results. This review develops the discussion about the priority of growth points of laboratory medicine in the 2020s in five main thematic areas:

1. "The Global Picture of Healthcare" (it explores the consequences of changing patient populations, brain-to-brain relationships, direct access loop testing, robots and full laboratory automation, green technologies and sustainability).
2. Preanalytical factors (the role of different types of samples, unmanned aerial vehicles and biobanks).
3. Analytical factors (advances in point-of-care testing, mass spectrometry, genomics, gene and immunotherapy, 3D printing, and overall laboratory quality).
4. Post-analytical factors (the value of laboratory medicine, the growing role of artificial intelligence, the management and interpretation of omics data, and common reference intervals and decision limits).
5. Relationships (role of scientific societies in laboratory medicine, educational needs of laboratory professionals, communication, relationships between laboratory professionals and clinicians, funding for laboratory medicine, and expected economic opportunities and results in the 2020s).

Conclusion. Laboratory medicine has a rich history of introducing new technologies and effectively responding to changing healthcare

Для цитирования: Устьянцева И.М., Агаджанян В.В. ЛАБОРАТОРНАЯ МЕДИЦИНА. ТРАНСФОРМАЦИЯ ВЗГЛЯДОВ И НОВЫЕ ГОРИЗОНТЫ В СЛЕДУЮЩЕМ ДЕСЯТИЛЕТИИ XXI ВЕКА //ПОЛИТРАВМА / POLYTRAUMA. 2023. № 2, С. 6-15.

Режим доступа: <http://poly-trauma.ru/index.php/pt/article/view/473>

DOI: 10.24412/1819-1495-2023-2-6-15

щиеся потребности здравоохранения. Наиболее важные факторы для будущего лабораторной медицины: финансирование здравоохранения, новые технологии и достижения, которые расширяют масштабы и значимость тестирования на месте оказания медицинской помощи, мобильное здравоохранение, внедрение искусственного интеллекта в его различных формах (ассистенты с голосовой активацией, анализ изображений, дополненная реальность, цифровые двойники и т.д.).

Ключевые слова: SMART лаборатория; TLA (полная автоматизация лабораторий); DTC (тесты, проводимые непосредственно потребителем); POCT (тестирование на месте оказания медицинской помощи); MS (масс-спектрометрическое тестирование); OMICS («ОМИКС» технологии); 3D-печать (стереолитография); робототехника; искусственный интеллект

needs. The most important factors for the future of laboratory medicine are: healthcare funding, new technologies and advances that increase the scope and importance of point-of-care testing, mobile healthcare, introduction of artificial intelligence in its various forms (voice-activated assistants, image analysis, augmented reality, digital twins, etc.).

Key words: SMART laboratory; TLA (total lab automation); DTC (direct-to-consumer tests); POCT (point-of-care testing); MS (mass spectrometric testing); OMICS; 3D printing (stereolithography); robotics; artificial intelligence

Прогнозы о будущем лабораторной медицины представлены на основании анализа систематических обзоров базы данных PubMed 2017-2022 гг. и аналитических обзоров отдела новых технологий Международной федерации клинической химии и лабораторной медицины IFCC (International Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine, Emerging Technologies Division) [1-7].

Здравоохранение в мире – «общая картина»

На 15 августа 2022 года численность населения Земли оценивается примерно в 8,1 млрд человек. При этом мужчин больше, чем женщин: 4,041 млрд против 3,968 млрд. Более 70 % населения Земли проживает в 20 самых густонаселенных странах мира и более трети – в Китае и Индии. В среднесрочном прогнозе Европа является единственным регионом с меньшим населением в 2050 году [1, 8].

Организация Объединенных Наций прогнозирует, что к 2025 году население мира вырастет на 1 млрд человек с 2011 года и достигнет 8,2 млрд (<https://www.unfpa.org/annual-report>) отчасти из-за увеличения числа женщин, достигших репродуктивного возраста, несмотря на общее снижение коэффициента фертильности [8, 9]. Ожидается, что к 2030 году почти две трети населения будут жить в городах из-за ускоренной миграции и растущей урбанизации. Однако доступ к медицинскому обслуживанию останется ограниченным. В связи с ростом населения в мире возрастает нагрузка на существующие ресурсы здравоохранения и возникает необходимость обеспечения доступности к медицинскому

обслуживанию для всех. Следовательно, лабораторные услуги должны быть рассчитаны для поддержки населения и предоставляться по низкой цене при сохранении качества [1, 9].

Моментальный снимок мирового населения

По состоянию на середину 2017 года население Земли составляло почти 7,6 млрд человек, т.е. в мире прибавился примерно один миллиард жителей за последние двенадцать лет. Шестидесять процентов населения мира проживает в Азии (4,5 млрд), 17 % – в Африке (1,3 млрд), 10 % – в Европе (742 млн), 9 % – в Латинской Америке и Карибском бассейне (646 млн), а остальные 6 % – в Северной Америке (361 млн) и Океании (41 млн). Китай (1,4 млрд) и Индия (1,3 млрд) остаются двумя самыми густонаселенными странами мира, на долю которых приходится 19 % и 18 % от общемирового населения соответственно [9] (рис. 1).

Население мира продолжает расти, хотя и медленнее, чем в недавнем прошлом. Сегодня увеличение составляет 1,10 % в год, принося дополнительно 83 миллиона человек ежегодно. По прогнозам, в течение следующего года население мира увеличится чуть более чем на один миллиард человек, достигнув 8,6 млрд в 2030 году, и увеличится еще до 9,8 млрд в 2050 году и 11,2 млрд – к 2100 году [8, 9] (рис. 1).

Демографическим прогнозам присуща неопределенность, которая зависит от предположений о вероятных будущих тенденциях в изменении конкретных демогра-

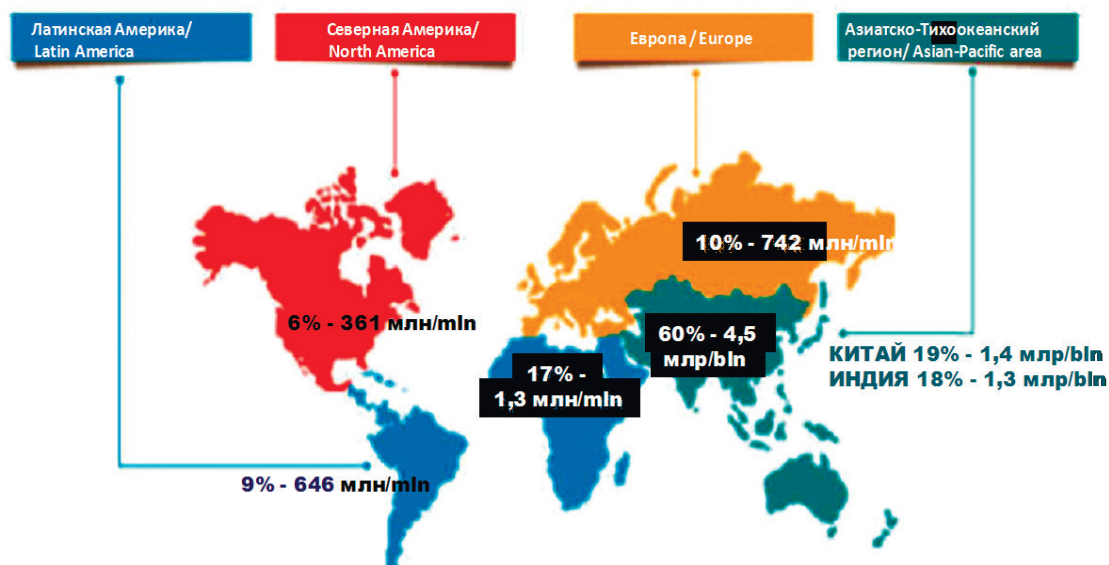
фических переменных, таких как рождаемость и смертность. Из дополнительных 2,2 млрд человек, которые могут быть добавлены в период с 2017 по 2050 год, 1,3 млрд придется на Африку (рис. 1). Ожидается, что Азия станет вторым по величине источником этого будущего роста, добавив чуть более 750 млн человек в период с 2017 по 2050 год. За ней последуют Латинская Америка и Карибский бассейн, Северная Америка и Океания, где рост, по прогнозам, будет гораздо более скромным. В среднесрочном прогнозе Европа является единственным регионом с меньшим населением в 2050, чем в 2017 году. После 2050 года Африка будет вносить основной вклад в глобальный прирост населения [8, 9] (рис. 2).

Мировая популяция продолжит расти до конца XXI века

Африка будет играть центральную роль в формировании численности и распределении населения мира в течение следующих нескольких десятилетий. Ее доля в мировом населении, которая, по прогнозам, вырастет примерно с 17 % в 2017 году до примерно 26 % в 2050 году, может достичь 40 % к 2100 году. В то же время доля проживающих в Азии, которая в настоящее время оценивается в 60 %, как ожидается, сократится примерно до 54 % в 2050 году и 43 % в 2100 году [9] (рис. 2).

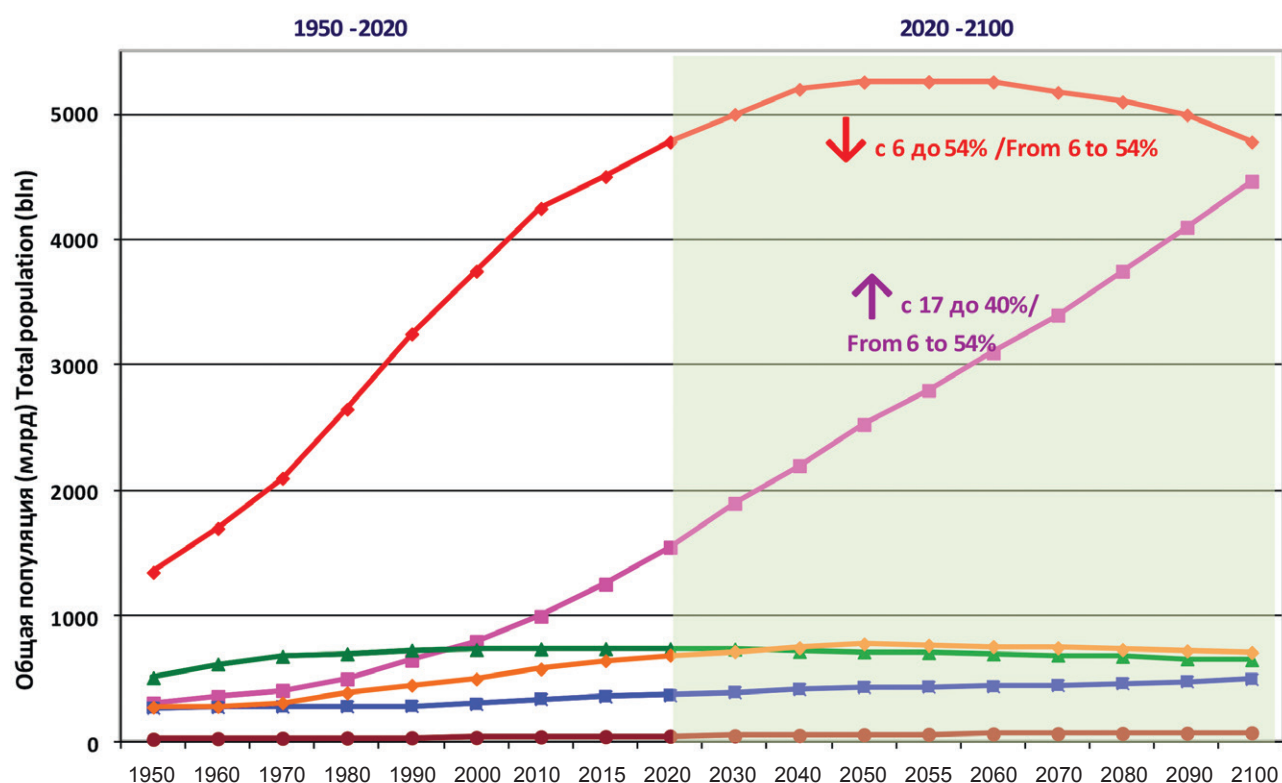
Ожидаемая продолжительность жизни в Африке в 2010-2015 годах составила 60,2 года по сравнению с 71,8 года – в Азии, 74,6 года – в Латинской Америке и Карибском бассейне, 77,2 – в Европе, 77,9 – в Океании и 79,2 – в Северной Америке. Во всем мире ожидае-

Рисунок 1
Моментальный снимок мирового населения
Figure 1
Snapshot of world population



Примечание / Note: United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2017).
World Population Prospects: The 2017 Revision. New York: United Nations.

Рисунок 2
Численность мирового населения: среднесрочный прогноз до 2100 г.
Figure 2
World population: mid-term forecast to 2100



Примечание / Note: United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2017). World Population Prospects: The 2017 Revision. New York: United Nations

мая продолжительность жизни при рождении, по прогнозам, вырастет с 71 года в 2010-2015 годах до 77 лет — в 2045-2050 годах [10].

По прогнозам, к середине столетия средняя продолжительность жизни в Африке увеличится почти на 11 лет, достигнув 71 года в 2045-2050 годах. Такое увеличение зависит от дальнейшего сокращения масштабов распространения ВИЧ/СПИДа и успешной борьбы с другими инфекционными и неинфекционными заболеваниями Азии, Европы и Латинской Америки; а также, по прогнозам, к 2045-2050 годам средняя продолжительность жизни в Карибском бассейне увеличится примерно на 6-7 лет, в то время как в Северной Америке и Океании — примерно на 4-5 лет [10].

Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года признает [10], что международная миграция может быть позитивной силой экономического и социального развития, предлагая механизм для восстановления баланса на рынках труда между районами происхождения и назначения и тем самым повышения глобальной производительности труда. Миграция через международные границы также может способствовать привлечению инвестиций и повышению уровня жизни в странах происхождения за счет денежных переводов, отправляемых мигрантами семьям и общинам на родине, а также для ускорения глобального распространения новых идей и технологий.

Старение населения больше нельзя игнорировать

По мере снижения рождаемости и увеличения ожидаемой продолжительности жизни увеличивается и доля населения старше определенного возраста. Это явление, известное как старение населения, происходит во всем мире. Согласно данным World Population Prospects (пересмотр 2017 года) [9], ожидается, что число пожилых людей в возрасте 60 лет и старше более чем удвоится к 2050 году и более чем утроится к 2100 году, увеличившись с 962 млн человек во всем мире в 2017 году до 2,1 млрд в 2050 году и 3,1 млрд — в 2100 го-

ду. Параллельно со старением растёт частота заболеваний цивилизации, например диабета. Это отражает огромный и желанный прогресс в области здравоохранения и общего качества жизни в обществах по всему миру. Но социальные и экономические последствия этого явления глубоки, они выйдут далеко за рамки отдельного пожилого человека и его ближайших родственников, затрагивая общество в целом и мировое сообщество беспрецедентным образом.

В настоящее время в Европе отмечается самый большой процент населения в возрасте 60 лет и старше (25 %). Быстрое старение будет происходить и в других частях мира, так что к 2050 году во всех регионах мира, за исключением Африки, почти четверть или более населения будет в возрасте 60 лет и старше. Число пожилых людей в мире, по прогнозам, составит 1,4 млрд в 2030 году и 2,1 млрд — в 2050 году и может вырасти до 3,1 млрд в 2100 году [9]. В течение следующих нескольких десятилетий дальнейшее увеличение численности пожилых людей почти неизбежно, учитывая численность когорт, родившихся в последние десятилетия. По прогнозам, старение населения окажет глубокое влияние на коэффициент поддержки, определяемый как число работников на одного пенсионера [9].

По прогнозам, во всем мире число людей в возрасте 80 лет и старше увеличится со 137 млн в 2017 году до 425 млн в 2050 году и далее до 909 млн — в 2100 году. В 2017 году 27 % всех людей в возрасте 80 лет и старше проживают в Европе, но ожидается, что эта доля сократится до 17 % в 2050 году и до 10 % — в 2100 году, поскольку население других регионов продолжает увеличиваться в размерах и само становится старше [9].

Старение населения больше нельзя игнорировать. Параллельно с ним будет расти частота ведущих заболеваний цивилизации: рак, диабет, психические заболевания, болезни сердца и респираторные заболевания [10]. Исследование Всемирного экономического форума [10] показало, что их глобальное экономическое воздействие может

достичь 47 триллионов долларов в течение следующих 20 лет. Предполагаемая совокупная потеря производительности, вызванная условиями, которые в совокупности уже убивают > 36 миллионов человек в год, по прогнозам, составит еще десятки миллионов в будущем, или около 4 % годового мирового ВВП в ближайшие два десятилетия.

Неинфекционные заболевания (НИЗ) часто связаны с употреблением жирной, сладкой пищи и недостаточной физической активностью, но в настоящее время непропорционально сильно поражают людей в более бедных странах. Свыше 80 % случаев смерти от НИЗ приходится на людей в странах с низким и средним уровнем дохода. Исследование ВЭФ, которое было проведено с Гарвардской школой общественного здравоохранения [10], обнаружило, что совокупные расходы на болезни сердца, хронические респираторные заболевания, рак и диабет в этих бедных странах, как ожидается, превысят 7 трлн долларов в 2011-2025 годах, что в среднем составит почти 500 млрд долларов в год. На психическое здоровье, которое обычно не включается в списки ведущих НИЗ, придется 16 трлн долларов, что составляет треть от общих ожидаемых расходов в размере 47 трлн долларов.

Стратегия общемирового развития здравоохранения

Стратегия общемирового развития здравоохранения P4 medicine (Predictive, Preventative, Personalized and Participatory medicine — Прогностическая, Профилактическая, Персонализированная, Совместная) базируется на значительных научных достижениях в различных отраслях, развитии новых технологий и методов, качестве и гармонизации тестирования [11].

Мы находимся на критическом поворотном этапе в создании эффективных и экономичных методов лабораторной медицины, способных адаптироваться к будущему спросу населения на здравоохранение во всем мире. Очевидно, что увеличение численности населения и доли пожилого населения

приводит к росту показателей заболеваемости, оказывая повышенное давление на системы здравоохранения во всем мире. Чтобы справиться с прогнозируемой волной НИЗ необходимо кодифицировать и распространять передовой опыт, разрабатывать глобальные инструменты для здравоохранения и создавать новые платформы для более глубокого сотрудничества. Цифровое здравоохранение, культурная трансформация, которой способствуют прорывные технологии — это единственный путь вперед.

Приоритетные точки роста лабораторной медицины в XXI веке

1. «Общемировая картина» здравоохранения (исследует последствия изменения популяции пациентов, отношения «мозг-мозг» включают циклическое тестирование с прямым доступом, роботы и полная автоматизация лабораторий, а также «зеленые технологии» и устойчивое развитие).

2. Преаналитические факторы (роль различных типов образцов, беспилотных летательных аппаратов и биобанков).

3. Аналитические факторы (достижения в области тестирования на месте оказания медицинской помощи, масс-спектрометрии, геномики, геномной и иммунотерапии, 3D-печати и общего лабораторного качества).

4. Постаналитические факторы (ценность лабораторной медицины, растущая роль искусственного интеллекта, управление и интерпретация «omics» данных, а также общие контрольные интервалы и пределы принятия решений).

5. Интеграция специалистов: взаимоотношения (роль научных обществ лабораторной медицины, образовательные потребности специалистов лабораторий, коммуникация, взаимоотношения между специалистами лабораторий и клиницистами, финансирование лабораторной медицины, а также ожидаемые экономические возможности и результаты).

Как будет выглядеть общий процесс тестирования?

Петля «мозг — мозг» (цикл Лундберга, 1980 г.) описывает процесс,

начиная с решения практикующего врача назначить тест, заканчивая сбором, анализом, интерпретацией и передачей результата врачу, и максимальное вовлечение лабораторий в процесс принятия аналитических и постаналитических решений, незначительное влияние на пред-преаналитическую и пост-постаналитическую фазы [12] (рис. 3). Этот процесс, также известный как процесс тотального тестирования, вероятно, не будет отдельным циклом в будущем из-за влияния интеграции лабораторных тестов в программы оказания медицинской помощи, расширения прав и возможностей пациентов и цифровизации медицинской помощи (рис. 3).

Эволюция цикла и интеграция сервисов, связанных с улучшением контроля за заказом лабораторных тестов, окажут значительное экономическое воздействие.

Предпосылки для создания интеллектуальной SMART-лаборатории

Консолидация лабораторий, переход к интегрированной сети медицинского обслуживания, а также потребительская среда оказывают существенное влияние на лабораторные услуги [13]. Переход на интеллектуальные (удаленные технологии автоматизации лабораторных процессов) цифровые лаборатории, основанные на экосистемах здравоохранения, зависит от нескольких предпосылок: интеллектуальных процессов, интеграции больших данных и управления данными в режиме реального времени, автоматизации, блокчейна [14, 15] (рис. 4). Использование ресурсов Интернета и улучшение пользовательского опыта — это ключевой элемент интеллектуальной цифровой лаборатории. Надежность, защищенность и экономическая эффективность являются основой доверия к такой интеллектуальной цифровой лабораторной среде и возможности передачи ее данных (рис. 4). Эта трансформирующаяся экосистема также запустит новые человеко-машинные интерфейсы, и мы будем привратниками этой новой экосистемы [14, 15].

Развитие технологий лабораторной медицины в будущем

ДТС (DTC, Direct-to-consumer tests) — тесты, проводимые непосредственно потребителем (DTC), относятся к тестам, продаваемым непосредственно потребителям через Интернет, телевидение, аптеки, фармацевтические компании, супермаркеты или другие маркетинговые каналы без рецепта врача или привлечения медицинских работников [16, 17]. Однако будет сохраняться необходимость подтверждения исходных данных DTC в клинической лаборатории, которая хорошо разбирается как в выявлении сложных вариантов, так и в классификации [18].

Роботы и робототехника

Мобильные роботы используются для доставки клинических образцов [TUGv robot, Aethon], а двухрукие — в аналитических процедурах [19].

Коботы предназначены для автоматизации повторяющихся задач (например, комплектации и размещения), связанных с относительно небольшой полезной нагрузкой [20], например, для автоматизации сортировки образцов крови.

Роботы используются для хирургии (хирургическая система da Vinci, Intuitive Surgical), доставки лекарств и постельного белья (робот TUGa), дезинфекции (робот-дезинфектор, Xenex), выдачи аптечных препаратов, реабилитации (экзоскелет, Ekso Bionics), взаимодействия с пациентами (робот телеприсутствия, iRobot) [21].

Соботы (социальные роботы) применяются в качестве компаньонов и медицинских помощников, а также для приема в больницы и приветствия (например, гуманоидный робот Pepper, SoftBank Robotics) [22].

Полная автоматизация лабораторий (TLA, total laboratory automation) представлена в виде анализаторов, непосредственно прикрепленных к дорожкам транспортировки образцов [23].

Сейчас это обычное дело, и вряд ли оно будет вытеснено к 2020-м годам. Выбор систем и доступных функций продолжает расширяться. Например, последние системы

TLA предлагают двунаправленную магнитную транспортировку образцов с переменной скоростью, системы многокамерного видения и RFID-отслеживание [23]. Кроме того, сфера применения TLA была расширена за счет включе-

ния микробиологии (например, BD Kiestra, Becton Dickinson) [24].

«Зеленые технологии» включают «экологизацию» энергетики, переработки отходов, водопользования, адаптации инфраструктуры и

зданий. Медицинские учреждения и лаборатории оказывают значительное и неоспоримое влияние на углеродный след, например, ежегодное производство двух миллионов тонн отходов больницами США [25].

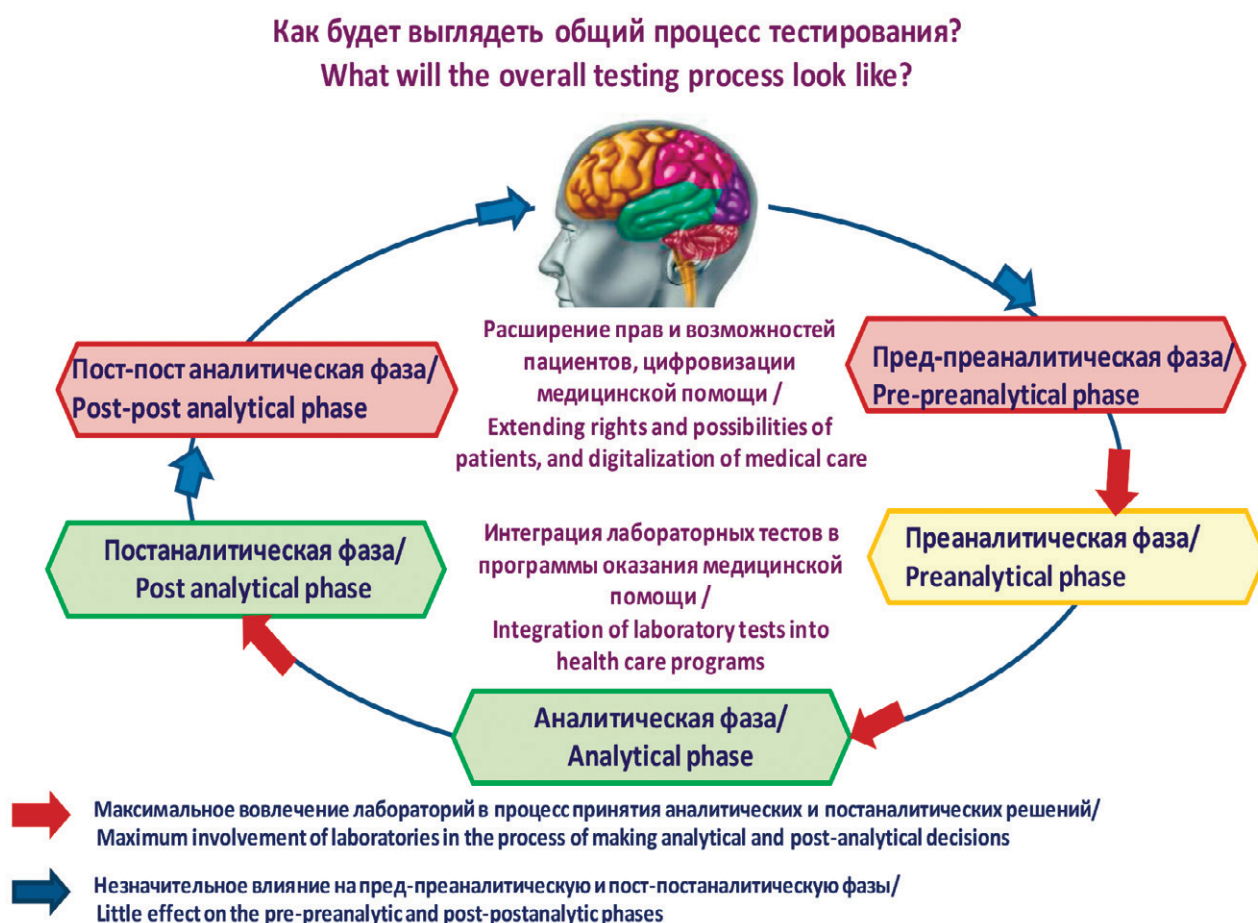
Рисунок 3

Петля «мозг — мозг» (цикл Лундберга, 1980 г.) — описывает процесс, начиная с решения практикующего врача назначить тест, заканчивая сбором, анализом, интерпретацией и передачей результата врачу.

Текущий цикл «мозг — мозг» охватывается процесс тестирования, включенный лабораториями в центральный процесс принятия аналитических и постаналитических решений с некоторым влиянием на преданалитическую фазу и незначительным влиянием на обе преданалитические фазы и пост-постаналитические компоненты.

Figure 3

The brain-to-brain loop (Lundberg cycle, 1980) describes the process from the practitioner's decision to order a test, to the collection, analysis, interpretation, and communication of the result to the clinician. The current brain-to-brain cycle covers the entire testing process incorporated by laboratories into the central analytic and post-analytical decision-making process, with some influence on the pre-analytical phase and little influence on both pre-pre-analytical phases and post-post-analytical components.



Примечание / Note: A. Buja, R. Toffanin, M. Claus, W. Ricciardi, G. Damiani, V. Baldo, et al., *Developing a new clinical governance framework for chronic diseases in primary care: an umbrella review*, *BMJ Open* [Internet] 8 (7) (2018) e020626 Jul 28 [cited 2018 Aug 25].
K.M.S. Bastianelli, L. Nelson, L. Palombi, *Perceptions of pharmacists' role in the health care team through student-pharmacist led point-of-care screenings and its future application in health care*, *Curr. Pharm. Teach. Learn.* 9 (2017) 195–200.
K. Giannitrapani, P.A. Glassman, D. Vang, J.C. McKelvey, R. Thomas Day, S.K. Dobscha, et al., *Expanding the role of clinical pharmacists on interdisciplinary primary care teams for chronic pain and opioid management*, *BMC Fam. Pract.* 19 (2018) 107.

Рисунок 4

Интеллектуальная SMART лаборатория: предпосылки развития. Удаленные технологии автоматизации, увеличение скорости получения результата, интеграция больших данных и управление данными в режиме реального времени, автоматизация, блокчейн, Интернет, мобильные приложения, улучшение пользовательского опыта.

Figure 4

Intellectual SMART laboratory: prerequisites for development. Remote automation technologies, increasing the speed of obtaining results, integrating big data and real-time data management, automation, blockchain, Internet, mobile applications, improving user experience.



Примечание: SMART (Speed, Metrics, Automation, Remote, Technologies — Скорость, Измерение, Автоматизация, Дистанционная, Технология)

Note: SMART (Speed, Metrics, Automation, Remote, Technologies)

H.J. Vrijhoef, A.G. de Belvis, M. de la Calle, M.S. de Sabata, B. Hauck, S. Montante, et al., *IT-supported integrated care pathways for diabetes: a compilation and review of good practices*, *Int. J. Care Coordi.* 20 (2017) 26–40.

N.K. Bradford, L.J. Caffery, A.C. Smith, *Telehealth services in rural and remote australia: A systematic review of models of care and factors influencing success and sustainability*, *Rural and Remote Health* 16 (4) (2016 Oct-Dec) 3808 Epub 2016 Oct 17.

M. Bains, D. Warriner, K. Behrendt, *Primary and secondary care integration in delivery of value-based health-care systems*. *British journal of hospital medicine* (London, England: 2005), 79 (2018) 312–315.

Преаналитическая фаза

Преаналитический компонент тестирования является существенной частью общего процесса тестирования. Преаналитические ошибки в настоящее время признаны наибольшим источником ошибок в общем процессе тестирования [26]. Это частично смягчается с помощью тестирования на месте оказания медицинской помощи (РОСТ, Point-of-Care Testing), но потенциально может создать новые проблемы, поскольку мы переходим к различным матрицам, способам сбора и хранения биологического материала (например, пятна засо-

хшей крови, домашние коллекции и биобанки). В частности, использование различных матриц, слюны, DBS, дыхания и чрескожных неинвазивных подходов, вероятно, даст пациентам больший контроль над отбором проб и тестированием. Несмотря на то, что отбор проб, ориентированный на пациента, и тестирование на месте оказания медицинской помощи почти наверняка изменят рабочий процесс, большинство тестов по-прежнему будут проводиться в централизованных лабораториях с высокой пропускной способностью, поскольку современные РОСТ не могут обеспе-

чить высокую аналитическую производительность и экономическую эффективность.

Из прогнозов, касающихся РОСТ, заметная роль будет отведена мобильному здравоохранению (mHealth) и связанным с ним медицинским данным в режиме реального времени, появлению переносных аналитических устройств и новых типов анализаторов в пунктах оказания медицинской помощи (например, медицинские трикодеры, диагностические туалеты, диагностика на печатной бумаге) [1, 2].

Прогнозируемые изменения в тестировании в следующем десятиле-

тии охватывают весь процесс тестирования и включают:

- РОСТ (тестирования на месте оказания медицинской помощи) — развитие медицинских приложений мобильного здравоохранения mHealth;

- MS (масс-спектрометрическое тестирование) — приложения для тестирования на основе MS. Увеличение числа видов тестирования. Миниатюризация масс-спектрометрических приборов;

- OMICS («ОМИКС» технологии) — гликомика, липидомика, метаболомика, геномика, протеомика, транскриптомика и волатомика. Информация «ОМИКС» потенциально может привести к улучшению многих аспектов жизни человека и общества, включая понимание, диагностику, лечение и профилактику заболеваний, достижения в сельском хозяйстве, науке об окружающей среде и восстановлении и наше понимание эволюции и экологических систем;

- 3D-печать (стереолитография) — это процесс быстрого прототипирования, при котором объект изготавливается слой за слоем из цифровой информации с использованием фотополимеров и ультрафиолетового излучения (внутрилабораторная печать запасных частей для лабораторного оборудования или даже анализаторов) [1-5].

Как будет применяться искусственный интеллект?

Искусственный интеллект — это моделирование интеллектуального поведения машин (робота, компьютера), которое включает в себя глубокое обучение, машинное обучение, экспертные системы и нейронные сети. Наблюдается стремительный рост искусственного интеллекта, и текущие приложения включают, например: распознавание речи (разговорные системы) (например, Apple Siri, Amazon Alexa); распознавание лиц (например, Facebook); роботов-пылесосов; автомобили без водителя; автоматических онлайн-помощников (чат-ботов); пополнение чеков с мобильных устройств; преобразование голоса в текст [27].

Самым известным примером искусственного интеллекта в здраво-

охранении является IBM Watson, который нашел широкое применение в более эффективном управлении больничной помощью, ускорении разработки лекарств, определении подходящих методов лечения рака и подборе пациентов для участия в клинических испытаниях [28].

Одним из приложений, имеющих отношение к представлению результатов клинических лабораторий, является Watson for Genomics. Эта система на основе искусственного интеллекта быстро анализирует и классифицирует генетические изменения, связанные с прогрессированием рака, которые выявляются с помощью генетического анализа опухолевой ткани, и затем предоставляет потенциальные терапевтические варианты [29]. Основным методом диагностики в клинической лаборатории является интерпретация изображений жидкостей или тканей организма.

Как лаборатории будут управлять общим лабораторным качеством?

Управление общим качеством лабораторных работ будет в значительной степени зависеть от информатики. На преаналитической стадии экспертные системы будут направлять врачей в выборе соответствующего теста на основе клинической информации, предоставленной во время консультации [30-32]. Рекомендации по тестированию будут основаны на клинических данных и интерпретации результатов. Темпы изменений и стремительный характер новых технологий приводят к совершенствованию образовательных программ по смежным дисциплинам. Например, минимальный опыт и подготовка в области MS и секвенирования следующего поколения (NGS) приводит к тому, что лаборатории вынуждены привлекать технических экспертов, которые мало знакомы с системами качества и стандартов, как ISO15189. В связи с этим будет возрастать роль ученых — клиницистов-диагностов.

Каковы будут взаимоотношения между специалистами лаборатории и клиницистами?

За последние десятилетия профессия развивалась невероятным образом, предоставляя широкий спектр новой информации, главным образом в области прогнозирования. Мы продвинули наше понимание механизмов патологий и открыли новые возможности для лабораторной медицины. В частности, лаборатория теперь предлагает меню молекулярных тестов, и для правильного их использования и интерпретации клинической значимости необходима непрерывная коммуникация между лаборантами и клиницистами.

Взаимодействие между клиницистами и специалистами лабораторной медицины на сегодняшний день главным образом основано на двух вопросах: уместности выбора и заказа тестов и интерпретации лабораторных данных [1, 31, 32]. Взаимодействие между лабораторными работниками и клиницистами будет обогащено новыми методами коммуникации и сравнения, и, прежде всего, больше не будет существовать узких границ одной больницы, но любые данные могут быть переданы и обсуждены на глобальном уровне. Клиницисты будут участвовать в создании диагностических алгоритмов, ставших возможными благодаря появлению машинного обучения и искусственного интеллекта. Лабораторные данные будут распространяться все чаще и чаще, так что станет важным обеспечить их конфиденциальность путем разработки кибербезопасности, ориентированной на данные о здоровье. Научная деятельность по постоянному профессиональному развитию действительно важна и необходима для того, чтобы поднять лабораторные стандарты до международных и ответить на вызовы глобализованного будущего.

Эти изменения могут быть устранены только при тесном взаимодействии между клиницистами и лабораторными работниками. Роботизация, автоматическая проверка данных и алгоритмическая отчетность приведут к появлению в цикле Лундберга другого мозга — «Мозга искусственного интеллекта» [12]. Данные, готовые к использованию пациентами вместе

с клиническими рекомендациями и инструкциями, могут быть быстро доступны, и специалист лаборатории, вероятно, станет играть соответствующую роль в качестве консультанта пациентов. Это изменение может повлечь за собой серьезные опасности, если до начала испытаний не будет совместного программирования процессов клиницистами и лабораторными сотрудниками, работающими вместе. Конечно, специалисты лаборатории не будут ограничены лабораторией с высокой степенью автоматизации, но начнут играть все более важную роль в качестве консультантов для врачей, а также для пациентов, объясняя характеристики клинических анализов, их потенциал и слабые места с учетом все более информированного пациента.

Затем клиницистам и лабораторным специалистам придется тесно сотрудничать, чтобы информировать пациентов и потребителей о потенциале прогностической и профилактической медицины, чтобы

остановить распространение фальшивых новостей в Интернете.

Мировой рынок диагностики in vitro (IVD) в 2017 году оценивался в 64 479 миллионов долларов и, по оценкам, достигнет 93 614 миллионов долларов к 2025 году [1], что свидетельствует о совокупном годовом темпе роста (CAGR) в 4,8 % по сравнению с 2018 годом до 2025 года. Ожидается, что Северная Америка будет приносить наибольший доход в течение прогнозируемого периода.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Многие факторы и силы могут внести свой вклад в развитие лабораторной медицины в следующем десятилетии XXI века. На данном этапе, основываясь на анализе «общей картины» здравоохранения и отдельных аспектов лабораторной медицины (преданалитические факторы, аналитические факторы, постаналитические факторы и взаимосвязи), несколько текущих и будущих разработок кажутся вероятно

важными для развития лабораторной медицины. К ним относятся финансирование здравоохранения, новые технологии, которые расширяют масштабы и значимость тестирования, новые достижения в области медицинского обслуживания на месте и мобильного здравоохранения, а также внедрение искусственного интеллекта в его различных формах (например, ассистенты с голосовой активацией, анализ изображений, дополненная реальность, цифровые двойники). Что бы ни ждало нас в будущем, лабораторная медицина имеет богатую историю внедрения новых технологий и эффективного реагирования на меняющиеся потребности здравоохранения.

Информация о финансировании и конфликте интересов

Исследование не имело спонсорской поддержки.

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

- Greaves RF, Bernardini S, Ferrari M, Fortina P, Gouget B, Gruson D, et al. Key questions about the future of laboratory medicine in the next decade of the 21st century: a report from the IFCC-Emerging Technologies Division. *Clin Chim Acta*. 2019; 495: 570-589. doi: 10.1016/j.cca.2019.05.021
- Kricka LJ, Polsky TG, Park JY, Fortina P. The future of laboratory medicine – a 2014 perspective. *Clin Chim Acta*. 2015; 438: 284-303.
- Hallworth MJ, Epner PL, Ebert C, Fantz CR, Faye SA, Higgins TN, et al. Current evidence and future perspectives on the effective practice of patient-centered laboratory medicine. *Clin Chem*. 2015; 61(4): 589-599.
- Blasutig IM. Miniaturization: the future of laboratory medicine. *Clin Biochem*. 2016; 49(1-2): 2-3.
- Dias DA, Koal T. Progress in metabolomics standardisation and its significance in future clinical laboratory medicine. *EJIFCC*. 2016; 27(4): 331-343.
- Beaudeau JL. Shaping our future of laboratory medicine. *Ann Biol Clin (Paris)*. 2017; 75(1): 5.
- Sandlers Y. The future perspective: metabolomics in laboratory medicine for inborn errors of metabolism. *Transl Res*. 2017; 189: 65-75.
- United Nations. Department of Economic and Social Affairs. Population Division. 2017.
- World Population Prospects The. Revision key findings and advance tables, ESA/P/WP/248. United Nations N. Y. 2017.
- Bloom DE, Cafiero ET, Jané-Llopis E, Abrahams-Gessel S, Bloom LR, Fathima S, et al. The Global Economic Burden of Noncommunicable Diseases. Geneva: World Economic Forum. 2011. 48 p.
- Cobbaert C, Smit N, Gillery P. Metrological traceability and harmonization of medical tests: a quantum leap forward is needed to keep pace with globalization and stringent IVD-regulations in the 21st century! *Clin Chem Lab Med*. 2018; 56(10): 1598-1602. doi: 10.1515/cclm-2018-0343
- Plebani M, Laposata M, Lundberg GD. The brain-to-brain loop concept for laboratory testing 40 years after its introduction. *Am J Clin Pathol*. 2011; 136(6): 829-833.
- Vrijhoef HJ, Belvis de AG, Calle M de la, Sabata MS de, Hauck B, Montante S, et al. IT-supported integrated care pathways for diabetes: a compilation and review of good practices. *Int J Care Coordi*. 2017; 20: 26-40.
- Bradford NK, Caffery LJ, Smith AC. Telehealth services in rural and remote australia: a systematic review of models of care and factors influencing success and sustainability. *Rural and Remote Health*. 2016; 16(4): 3808.
- Bains M, Warriner D, Behrendt K. Primary and secondary care integration in delivery of value-based health-care systems. *British journal of hospital medicine*. 2018; 79(6): 312-315. doi: 10.12968/hmed.2018.79.6.312
- Su P. Direct-to-consumer genetic testing: a comprehensive view. *Yale J Biol Med*. 2013; 86(3):359-365.
- Guasch-Ferre M, Dashti HS, Merino J. Nutritional genomics and direct-to-consumer genetic testing: an overview. *Adv Nutr*. 2018; 9(2): 128-135. doi: 10.1093/advances/nmy001
- Tandy-Connor S, Guiltinan J, Krempely K, LaDuca H, Reineke P, Gutierrez S, et al., False-positive results released by direct-to-consumer genetic tests highlight the importance of clinical confirmation testing for appropriate patient care. *Genet Med*. 2018; 20(12): 1515-1521. doi: 10.1038/gim.2018.38
- Miraca. First robot in Japan. Japan's First two-Armed Robot Used in a Testing Laboratory. 2018., Available from: <https://www.miraca.com/en/group/keywords/content.html?c=3>.

20. Universal Robots Ensure Faster Delivery of Blood Sample Results. 2018. Available from: <https://www.universal-robots.com/case-stories/gentofte-hospital/>
21. Al-Heeti A. Robot Companions are just What the Doctor Ordered. 2017. Available from: <https://www.cnet.com/news/robot-companions-are-just-what-the-doctor-ordered/>
22. Humber Becomes the First Hospital in Canada to Recruit a Humanoid Robot. Humber River Hospital. 2018. Available from: <https://www.newswire.ca/newsreleases/humber-becomes-the-first-hospital-in-canada-to-recruit-a-humanoid-robot-674893273.html>
23. Atellica Solution Immunoassay & Clinical Chemistry Analyzers. Siemens. 2018. Available from: <https://usa.healthcare.siemens.com/integrated-chemistry/systems/atellica-solution-analyzers>
24. Beckman Coulter, Power Express Laboratory Automation System. 2018. Available from: <https://www.beckmancoulter.com/wsrportal/wsr/diagnostics/clinicalproducts/automation/power-express/index.html>
25. Muñoz A. Reducing health care's carbon footprint—the power of nursing. *Workplace Health Saf.* 2012; 60(11): 471-474. doi: 10.1177/216507991206001102
26. Lippi G, Betsou F, Cadamuro J, Cornes M, Fleischhacker M, Fruekilde P, et al. Preanalytical challenges – time for solutions. *Clin Chem Lab Med.* 2019; 57(7): 974-981. doi: 10.1515/cclm-2018-1334
27. Mihailovic N, Kocic S, Jakovljevic M. Review of diagnosis-related group-based financing of hospital care. *Health Serv Res Manag Epidemiol.* 2016; 3: 2333392816647892. doi: 10.1177/2333392816647892
28. Liguori G, Belfiore P, D'Amora M, Liguori R, Plebani M. The principles of health technology assessment in laboratory medicine. *Clin Chem Lab Med.* 2017; 55(1): 32-37. doi: 10.1515/cclm-2016-0371
29. Husereau D, Henshall C, Sampietro-Colom L, Thomas S. Changing health technology assessment paradigms? *Int J Technol Assess Health Care.* 2016; 32(4): 191-199. doi: 10.1017/S0266462316000386
30. Deist TM, Jochems A, van Soest J, Nalbantov G, Oberije C, Walsh S, et al. Infrastructure and distributed learning methodology for privacy-preserving multi-centric rapid learning health care: euroCAT. *Clin Transl Radiat Oncol.* 2017; 4: 24-31. doi: 10.1016/j.ctro.2016.12.004
31. Jochems A, Deist TM, van Soest J, Eble M, Bulens P, Coucke P, et al. Distributed learning: developing a predictive model based on data from multiple hospitals without data leaving the hospital - a real life proof of concept. *Radiother Oncol.* 2016; 121(3): 459-467. doi: 10.1016/j.radonc.2016.10.002
32. van Schalkwyk S, Couper I, Blitz J, Kent A, de Villiers M. Twelve tips for distributed health professions training. *Med Teach.* 2020; 42(1): 30-35. doi: 10.1080/0142159X.2018.1542121

Сведения об авторах:

Устьянцева И.М., д.б.н., профессор, заведующая клинико-диагностической лабораторией, ГБУЗ «Кузбасский клинический центр охраны здоровья шахтеров имени святой великомученицы Варвары», г. Ленинск-Кузнецкий, Россия; профессор кафедры медицинской биохимии, ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Кемерово, Россия.

Агаджанян В.В., д.м.н., профессор, главный научный сотрудник, ФГБУ «ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России, г. Новосибирск, Россия.

Адрес для переписки:

Устьянцева Ирина Марковна, ГБУЗ ККЦОЗШ, ул. 7 микрорайон, № 9, г. Ленинск-Кузнецкий, Кемеровская область, Россия, 652509
Тел: +7 (384-56) 2-38-88
E-mail: irmaust@mail.ru

Статья поступила в редакцию: 15.05.2023

Рецензирование пройдено: 26.05.2023

Подписано в печать: 01.06.2023

Information about authors:

Ustyantseva I.M., doctor of biological sciences, professor, chief of clinical and diagnostic laboratory, Kuzbass Clinical Center of Miners' Health Protection named after The Holy Great Martyr Barbara, Leningrad-Kuznetsky, Russia; professor of department of medical biochemistry, Kemerovo State Medical University, Kemerovo, Russia.

Agadzhanyan V.V., MD, PhD, professor, senior researcher, Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopedics named after Ya.L. Tsivyan, Novosibirsk, Russia.

Address for correspondence:

Ustyantseva Irina Markovna, Kuzbass Clinical Center of Miners' Health Protection named after The Holy Great Martyr Barbara, 7th district, 9, Leningrad-Kuznetsky, Kemerovo region, Russia, 652509
Tel: +7 (384-56) 2-38-88
E-mail: irmaust@mail.ru

Received: 15.05.2023

Review completed: 26.05.2023

Passed for printing: 01.06.2023

ЭВОЛЮЦИЯ ГЛИКЕМИИ И ТРИГЛИЦЕРИДЕМИИ У ПАЦИЕНТОВ С ОСТРЫМ РЕСПИРАТОРНЫМ ДИСТРЕСС-СИНДРОМОМ ПРИ РАЗНОПЛАНОВОЙ НУТРИТИВНОЙ ТЕРАПИИ (СООБЩЕНИЕ 1)

EVOLUTION OF GLYCEMIA AND TRIGLYCERIDEMIA IN PATIENTS WITH ACUTE RESPIRATORY DISTRESS SYNDROME WITH DIVERSE NUTRITIONAL THERAPY (REPORT 1)

Гирш А. О. Girsh A. O.
Мищенко С. В. Mishchenko S. V.
Степанов С. С. Stepanov S. S.
Клементьев А. В. Klementiev A. V.
Черненко С. В. Chernenko S. V.
Малюк А. И. Malyuk A. I.
Осипенко Е. В. Osipenko E. V.
Захарова Т. Д. Zacharova T. D.

ФГБОУ ВО ОмГМУ Минздрава России, Омск, Россия
Omsk State Medical University, Omsk, Russia

Цель – мониторинг кинетики гликемии и триглицеридемии при осуществлении разнотипной нутритивной терапии у пациентов с легким и средним ОРДС для выявления предельно предпочтительных ее вариантов.

Материалы и методы. В открытом клиническом проспективном поиске присутствовало 198 пациентов с легким (группа I) и 198 со средним (группа II) ОРДС. Каждая группа была разграничена на шесть подгрупп с учетом характера осуществляемого питания. Идентифицировали содержание в венозной крови глюкозы и триглицеридов. Проверку статистических гипотез проводили с помощью непараметрических методов с учетом поправки на множественное сравнение.

Результаты. У пациентов группы I предельное значение глюкозы и триглицеридов идентифицировали на 3-и сутки, а группы II – на 5-е. У пациентов группы I, начиная с 5-х суток, а у больных группы II – с 7-х суток, определялась минимизация содержания в крови глюкозы и триглицеридов. В группе I минимальный уровень глюкозы и его максимальное снижение за период наблюдения фиксировались в определенной последовательности, а именно у пациентов 1, 2, 5 и 6-й подгрупп. Наибольшее уменьшение концентрации глюкозы и триглицеридов по точкам исследования в группе II отмечалось у пациентов 5-й подгруппы. Позитивная динамика по уменьшению концентрации глюкозы определялась и в 1-й подгруппе. Меньшая выраженность по данному критерию фиксировалась во 2-й и 6-й подгруппах. В 1, 2 и 6-й подгруппах была идентифицирована равнозначность по регрессу триглицеридов.

Выводы. У пациентов с легким ОРДС при осуществлении разнотипной нутритивной терапии на 3-и сутки регистрируется предельное увеличение глюкозы и триглицеридов. У больных со среднетяжелым ОРДС на фоне реализации разноплановой питательной поддержки на 5-е сутки отмечается максимальное повышение глюкозы и триглицеридов.

Objective – monitoring of glycaemic and triglyceridaemia kinetics in patients with mild and moderate ARDS in different types of nutritional therapy to identify extremely preferred options.

Materials and methods. In a clinical, open and prospective search, 198 patients with lung and 198 patients with moderate ARDS were present. Each group was divided into six subgroups, taking into account the nature of the nutrition provided. The content of glucose and triglycerides in venous blood was identified. Statistical hypotheses were tested using nonparametric methods, taking into account the correction for multiple comparisons.

Results. In patients of group I, the limit value of glucose and triglycerides was identified on day 3, and on day 5 in patients of group II. Minimization of glucose and triglycerides was determined in patients of group I from the day 5, as well as and from day 7 in patients of group II. In group I, the minimum glucose level and its maximum decrease over the observation period were recorded in a certain sequence, namely in patients of the subgroups 1, 2, 5 and 6. The greatest decrease in glucose and triglyceride concentrations by study point in group II was observed in patients of subgroup 5. Positive dynamics in reducing glucose concentration was also determined in subgroup 1. The lower severity of this criterion was recorded in subgroups 2 and 6. In subgroups 1, 2, and 6, triglyceride regression equivalence was identified.

Conclusions. In patients with mild ARDS, a maximum increase in glucose and triglycerides is recorded during the implementation of different types of nutritional therapy on the day 3. In patients with moderate ARDS, against the background of the implementation of diverse nutritional support on the day 5, the maximum increase in glucose and triglycerides is noted.

Для цитирования: Гирш А. О., Мищенко С. В., Степанов С. С., Клементьев А. В., Черненко С. В., Малюк А. И., Осипенко Е. В., Захарова Т. Д. ЭВОЛЮЦИЯ ГЛИКЕМИИ И ТРИГЛИЦЕРИДЕМИИ У ПАЦИЕНТОВ С ОСТРЫМ РЕСПИРАТОРНЫМ ДИСТРЕСС-СИНДРОМОМ ПРИ РАЗНОПЛАНОВОЙ НУТРИТИВНОЙ ТЕРАПИИ (СООБЩЕНИЕ 1) //ПОЛИТРАВМА / POLYTRAUMA. 2023. № 2, С. 16-28.

Режим доступа: <http://poly-trauma.ru/index.php/pt/article/view/474>

DOI: 10.24412/1819-1495-2023-2-16-28

У пациентов с легким и среднетяжелым ОРДС применяемые энтеральные, парентеральные и смешанные схемы питания способствуют уменьшению гликемии и триглицеридемии.

У больных с легким и среднетяжелым ОРДС существует связь между гликемией и триглицеридемией.

Наибольшей продуктивностью в отношении снижения гликемии и триглицеридемии у пациентов с легким ОРДС обладает энтеральный вариант питания, реализованный с помощью смеси Нутрикомп Диабет ликвид.

Использование смешанной (система «три в одном» Нутрифлекс 70/180 липид и энтеральная смесь Нутрикомп Диабет ликвид) схемы нутритивной терапии особенно продуктивно уменьшает гликемию и триглицеридемию у пациентов со среднетяжелым ОРДС.

Ключевые слова: нутритивная терапия; острый респираторный дистресс-синдром

In patients with mild to moderate ARDS, the enteral, parenteral and mixed dietary regimens used help reduce glycemia and triglyceridemia. In patients with mild to moderate ARDS, there is a link between glycemia and triglyceridemia.

The highest productivity in reducing glycemia and triglyceridemia in patients with mild ARDS is the enteral version of nutrition implemented with the help of a mixture of Nutricomp diabetes liquid.

The use of a mixed (three-in-one system of Nutriflex 70/180 lipids and an enteral mixture of Nutricomp diabetes liquid) nutritional therapy regimen especially productively reduces glycemia and triglyceridemia in patients with moderate ARDS.

Key words: nutritional therapy; acute respiratory distress syndrome

Осуществление лечебного питания у больных с ОРДС представляет серьезные трудности в связи с имеющимися многочисленными особенностями вследствие наличия у них многообразных патофизиологических факторов, которые формируют комплекс неполноценности систем и органов, способствующий тотальной дезорганизации обмена веществ [1].

Это усугубляется еще и тем, что существующая у больных с ОРДС смешанная гипоксемия значительно интенсифицирует нарушения всех видов обмена веществ, особенно углеводного [2]. Всегда имеющаяся у пациентов с ОРДС неполноценность систем и органов [3] также катализирует обострение разбалансировки всех видов обмена [4].

У больных с ОРДС изначально имеются разнородные поражения газообменной и негазообменных функций легких, зависящие от его выраженности [1], которые отягощают не только нарушения всех процессов обмена, но и утилизацию вводимых как энтерально, так и парентерально питательных субстратов [5, 6].

Присутствующая у больных с ОРДС гипертензия малого круга кровообращения обуславливает не только минимизацию внутривенно вводимой жидкости, но и ограниченную утилизацию веществ, метаболизирующихся в организме вообще [1, 6] и непосредственно в легких вследствие их дисфункции [7]. Это справедливо даже для современных парентеральных сред, имеющих оптимальную утилизацию [2, 4, 8]. Именно поэтому у больных с ОРДС философия парентерального

питания заключается в малообъемной питательной поддержке, которая, в свою очередь, не позволяет продуктивно регулировать имеющееся у них аномально завышенное энергопотребление и действительно исправлять разбалансированный метаболизм [3].

Знаменательно, что питательные субстраты, в частности жиры, при проведении парентерального питания утилизируются совершенно по-разному [4, 8], что диктует соблюдение многочисленных особенностей в отношении проведения питательной поддержки с позиций качественного и количественного ее составов [2, 3, 6, 8].

Количество углеводов при проведении парентерального питания у больных с ОРДС должно быть снижено из-за возможного нарастания продукции углекислого газа (CO_2) и усугубления недостаточности дыхания за счет изменения газового состава крови и увеличения минутного объема дыхания [3]. Использование в парентеральном питании гипертонических растворов глюкозы способно инициировать эволюцию гипергликемии с развитием гипертонического синдрома и активацией липогенеза [4, 9].

По этим причинам в программе парентерального питания больных с ОРДС половина единой энергетической ценности должна обеспечиваться липидами, а остальное углеводами [2]. В свою очередь, жировые эмульсии последней (МСТ-10/ЛСТ-8 с добавлением омега жирных кислот $\omega 3 - \omega 6$ в соотношении 1 : 2,7) и предпоследней (МСТ/ЛСТ — среднепечочные жировые эмульсии/длинноцепочечные

жировые эмульсии) генерации, в отличие от растворов липидов первого поколения (ЛСТ — длинноцепочечные жировые эмульсии), быстрее утилизируются из кровеносного русла, что предотвращает гиперлипидемию и повышает скорость метаболизма триглицеридов [3, 5], способствуя увеличению скорости энергообразования и, как следствие, синтеза белка [4, 8, 9].

У больных с ОРДС отмечается и функциональная дисфункция кишечника за счет его регионарной и тотальной гипоксической альтерации [2, 3]. Поскольку собственные питательные потребности тонкого (на 50 %) и толстого (на 80 %) кишечника удовлетворяются за счет питания из их же полости [10], становится ясной этиология его дисбиоза, непрограммного апоптоза клеток слизистой оболочки, транслокации аутофлоры через гликокаликсную мембрану энтероцитов в кровь, с последующей активацией интегративного воспаления [1], которое провоцирует ухудшение мезентериального кровотока [4, 8] и катализирует его дальнейшую неполноценность [2, 8]. Несмотря на сложившуюся ситуацию, приоритетным направлением клинического питания у больных с ОРДС является энтеральное [3, 8, 10]. Это связано с тем, что метаболизм питательных субстратов в кишечнике, по сравнению с сосудистым руслом, является более физиологичным и предсказуемым [7, 11]. Немаловажно, что пациенту с ОРДС можно вводить в кишечник несоизмеримо большие объемы энтеральных смесей, по сравнению с парентеральными, без опасности

возникновения перегрузки жидкостью малого круга кровообращения [2].

К сожалению, постоянно существующую у пациентов с ОРДС повышенную потребность в энергии не всегда удается ликвидировать не только энтеральным или парентеральным питанием, но и их смешанным вариантом [3]. Это диктует необходимость применять в схемах энтеральной и смешанной поддержки гиперкалорические питательные смеси [11, 12], которые могут катализировать на фоне существующих вышеуказанных многочисленных патогенетических факторов увеличение глюкозы в крови [4, 10].

На сегодняшний день используемые для реализации энтерального, парентерального или смешанного питания у больных с ОРДС, имеющего ясную и четкую методологию его проведения [2, 3, 7, 11, 12], высокотехнологичные расходные материалы (внутривенные катетеры, назогастральные зонды и др.), непосредственно растворы и смеси позволили практически нивелировать гнойно-септические и желудочно-кишечные осложнения [8], а также значительно уменьшить метаболические, в частности электролитные, гипергликемические и гипертриглицеридемические и гипертриглицеридемические [3, 11, 12-15]. Действительно, в основополагающих отечественных и зарубежных рекомендациях [2, 7], а также публикациях [5, 9] за последние годы не фиксируются и не описываются анализы гнойно-септических и желудочно-кишечных (за исключением медикаментозных и методологических причин, а также исходно ошибочного назначения энтеральной смеси) осложнений, а также проблемы, обусловленные расходными материалами при осуществлении клинического питания. Необходимо помнить, что энтеральное питание может являться фактором риска дыхательных осложнений у пациентов, получающих или получавших неинвазивную вентиляцию легких [1, 3].

К сожалению, актуальными метаболическими осложнениями при реализации клинического питания остаются расстройства углеводного и жирового обмена, даже несмотря

на исполнение всех существующих рекомендаций по введению больным необходимых энтеральных, парентеральных и смешанных субстратов как по скорости, так и по объему [2, 3, 11-13].

Поэтому стоит обратить внимание на реакцию углеводного и жирового обмена у больных с различной степенью ОРДС при реализации гетерогенных схем питательной терапии. Это и формулировало **цель наблюдения**, выражающуюся в мониторинге кинетики гликемии и триглицеридемии при осуществлении разнотипной нутритивной терапии у пациентов с легким и средним ОРДС для выявления предельно предпочтительных ее вариантов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В клиническом открытом и проспективном поиске присутствовало 198 пациентов с легким (200 мм рт. ст. < индекс оксигенации $\leq$ 300 мм рт. ст.) и 198 больных со средним (100 мм рт. ст. < индекс оксигенации $\leq$ 200 мм рт. ст.) ОРДС (средний возраст — 31,2 (21; 38) года), лечившихся в отделениях реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ) БУЗОО ГКБСМП № 1 и БУЗОО ГКБ № 1 имени А.Н. Кабанова с 2016 по 2022 год. Включенные в работу пациенты с легким ОРДС составили группу I, а больные со средним ОРДС — группу II, которые были разграничены на шесть подгрупп с учетом характера осуществляемого питания. Пациентам обеих групп, согласно имеющимся рекомендациям [3, 4, 6], 1-х подгрупп ($n = 17 / n = 17$) было реализовано энтеральное питание смесью Нутрикомп Диабет ликвид (B. Braun), 2-х подгрупп ($n = 19 / n = 16$) — энтеральное питание смесью Нутрикомп Иммунный ликвид (B. Braun), 3-х подгрупп ($n = 16 / n = 14$) — парентеральное питание — система «три в одном» (625 мл) Нутрифлекс 48/150 липид (B. Braun), 4-х подгрупп ($n = 18 / n = 15$) — парентеральное питание — система «три в одном» (625 мл) Нутрифлекс 70/180 липид (B. Braun), 5-х подгрупп ($n = 15 / n = 18$) — смешанное питание парентеральной системой «три в одном» Нутрифлекс 70/180 липид (625 мл) и энтеральной смесью Ну-

трикомп Диабет ликвид (B. Braun), 6-х подгрупп ($n = 14 / n = 19$) — смешанное питание парентеральной системой «три в одном» Нутрифлекс 70/180 липид (625 мл) и энтеральной смесью Нутрикомп Иммунный ликвид (B. Braun), которое вводилось ежедневно в течение 24 часов посредством инфузomата FmS (B. Braun).

Требованиями к фигурированию в поиске были: 1) пациенты в возрасте от 18 до 40 лет; 2) присутствие у пациентов легкого и среднего ОРДС; 3) показания к осуществлению разнородной нутритивной терапии. Отсутствием причастности к поиску считали: 1) несоблюдение общепринятой методологии клинических рекомендаций при реализации дыхательного обеспечения у больных с легким и средним ОРДС; 2) существующую у пациентов хроническую патологию. Анализатором «Hitachi 902» (Roche Diagnostics) ежедневно идентифицировали содержание в венозной крови глюкозы (ммоль/л) и триглицеридов (ммоль/л) у больных группы I в течение 9 суток, а группы II — 11 суток. Всем фигурирующим в работе пациентам выполнялось, согласно имеющимся клиническим рекомендациям, комбинированное лечение легкого и среднего ОРДС [1].

Статистический анализ результатов исследования проведен с использованием программы Statistica 8.0 (StatSoft). Предварительная оценка основных статистик для определения методов проверки статистических гипотез проводилась с помощью критериев Колмогорова—Смирнова и Шапиро—Уилка. Так как для сравниваемых вариационных рядов не соблюдалось правило нормального распределения значений и не было равенства их дисперсий, то использовали методы ранговой (непараметрической) статистики. Множественное сравнение осуществляли с помощью модификаций дисперсионного анализа для ранговой статистики (ANOVA Краскала—Уоллеса и Фридмана). Для парного сравнения использовали соответствующие критерии Манна—Уитни и Вилкоксона. Связи между независимыми переменными выявляли с помощью парного кор-

реляционного анализа по Спирмену. В иллюстрирующих графиках основные статистики были представлены в виде медианы (Me, показатель центральной тенденции), нижнего и верхнего квартиля (LQ; UQ, показатели разброса). Во всех случаях нулевая гипотеза отвергалась, а альтернативная принималась при уровне статистической значимости, необходимом при учете поправки на множественную проверку гипотез. В нашем исследовании мощность была на уровне около 0,8, что достаточно для оценки полученных количественных результатов [16].

Исследование проводилось с разрешения локальных биоэтических комитетов БУЗОО ГКБСМП № 1 и БУЗОО ГКБ № 1 имени А.Н. Кабанова, а также всех его участников (на основании добровольного информированного согласия) и соответствовало этическим стандартам, разработанным на основе Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» с поправками 2013 г. и «Правил клинической практики в Российской Федерации», утвержденных приказом Минздрава РФ от 19.06.2003 № 266.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Мониторинг гликемии и триглицеридов у исследуемых пациентов вскрыл подлинные одноплановые закономерности кинетики их содержания в крови, которые, тем не менее, отличались по исследовательским срокам (рис. 1, 2, 3 и 4). Так, у пациентов I группы предельное значение глюкозы и триглицеридов идентифицировалось на 3-и сутки (рис. 1 и 2), а у больных II группы – на 5-е сутки (рис. 3 и 4). Между тем, у пациентов I группы начиная с 5-х суток (рис. 1 и 2), а у больных группы II – с 7-х суток (рис. 3 и 4) определялась устойчивая монологичная минимизация содержания в крови глюкозы и триглицеридов, основывающаяся на экспонентах множественного сравнения подгрупп в группах по срокам и парного сравнения с предыдущим сроком в подгруппах.

Аподиктичность кинетики глюкозы и триглицеридов у пациентов всех подгрупп в I и II группах по срокам подкрепляло и множественное сравнение (табл. 1). Между тем, несмотря на существующую общую тождественность вектора направленности уровня глюкозы у пациентов, в подгруппах групп I (табл. 2) и II (табл. 3) прослеживалось устойчивое несоответствие по выше перечисленному признаку, обоснованное парным анализом. Так, в группе I минимальный уровень глюкозы и его максимальное снижение (рис. 1) за период наблюдения фиксировались в определенной последовательности, а именно у пациентов 1, 2, 5 и 6-й подгрупп (табл. 2). Но при этом не были установлены истинные изменения динамики концентрации

триглицеридов между исследуемыми подгруппами по срокам, определяющие их приоритетную хронологию (табл. 2).

Представляло интерес и то, что у больных группы I между глюкозой и триглицеридами на 3-и сутки существовали слабые связи ($r = 0,18$; $p < 0,05$). Ситуация по содержанию глюкозы и триглицеридов, а также кинетики их регресса у пациентов II группы была иной (табл. 3), чем у больных группы I (табл. 2). Наибольшее уменьшение концентрации глюкозы и триглицеридов по точкам исследования в группе II отмечалось у пациентов 5-й подгруппы (табл. 3 и рис. 2). Ощутимая позитивная динамика, особенно по уменьшению концентрации глюкозы, определялась и в 1-й подгруппе (табл. 3 и рис. 2).

Таблица 1
Множественное сравнение содержания глюкозы и триглицеридов у пациентов всех подгрупп в группах I и II по срокам (ANOVA Краскела–Уоллиса)

Table 1
Multiple comparison of glucose and triglycerides in patients of all subgroups in groups I and II by timing (Kruskal–Wallis ANOVA)

Сроки (сутки) Terms (days)	Группа I (глюкоза, ммоль/л) Group I (glucose, mmol/l)
1	H (5, N = 200) = 46.6; p = 0.0000*
3	H (5, N = 200) = 80.6 p = 0.0000*
5	H (5, N = 200) = 74.3; p = 0.0000*
7	H (5, N = 200) = 110.4; p = 0.0000*
9	H (5, N = 200) = 127.8 p = 0.0000*
Группа I (триглицериды, ммоль/л) / Group I (triglycerides, mmol/l)	
1	H (5, N = 119) = 54.6; p = 0.9
3	H (5, N = 119) = 13.7; p = 0.02*
5	H (5, N = 119) = 11.9; p = 0.035*
7	H (5, N = 119) = 11.8; p = 0.9
9	H (5, N = 119) = 56.5; p = 0.9
Группа II (глюкоза, ммоль/л) / Group II (glucose, mmol/l)	
1	H (5, N = 196) = 11.1; p = 0.04*
3	H (5, N = 196) = 124.0; p = 0.0000*
5	H (5, N = 196) = 139.7; p = 0.0000*
7	H (5, N = 196) = 128.2; p = 0.0000*
9	H (5, N = 196) = 67.4; p = 0.0000*
11	H (5, N = 196) = 67.4; p = 0.0000*
Группа II (триглицериды, ммоль/л) / Group II (triglycerides, mmol/l)	
1	H (5, N = 119) = 63.6; p = 0.986
3	H (5, N = 119) = 23.3; p = 0.8021
5	H (5, N = 119) = 34.5; p = 0.0000*
7	H (5, N = 119) = 20.2; p = 0.0012*
9	H (5, N = 119) = 25.8; p = 0.0001*
11	H (5, N = 119) = 40.5; p = 0.0000*

Примечание: здесь в таблице * – статистически значимые ($p < 0,05$) различия переменных между подгруппами

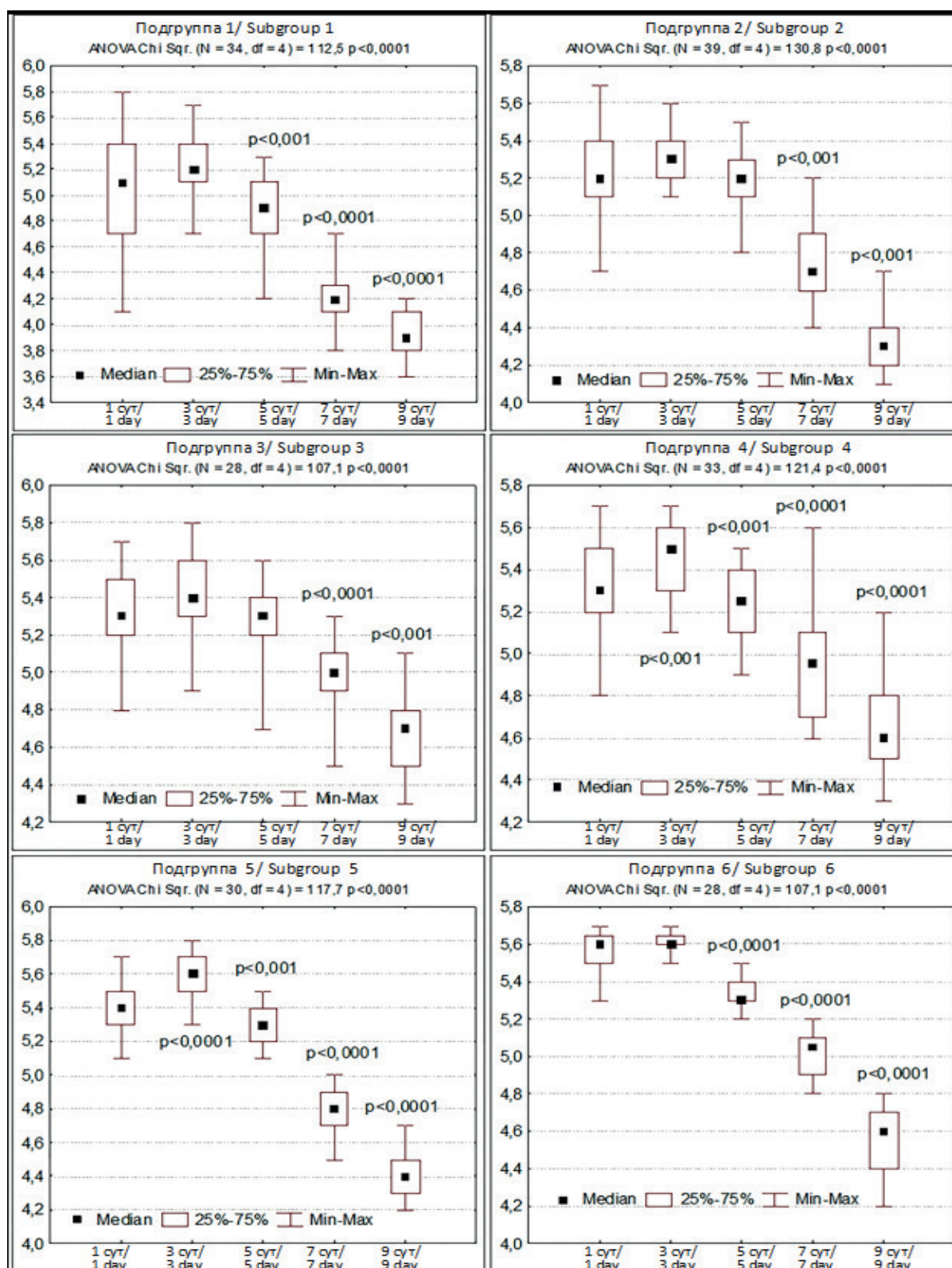
Note: here in the table * – statistically significant ($p < 0.05$) differences in variables between subgroups

Рисунок 1

Гликемический профиль пациентов всех подгрупп группы I. Множественное сравнение в подгруппах по срокам (ANOVA Фридмана)

Figure 1

Glycemic profile of patients of all subgroups of group I. Multiple comparison in subgroups by timing (Friedman ANOVA)



Примечание: * – парное сравнение в подгруппе с предыдущим сроком (критерий Вилкоксона). Нулевая гипотеза во всех случаях отвергалась при $p < 0,05$

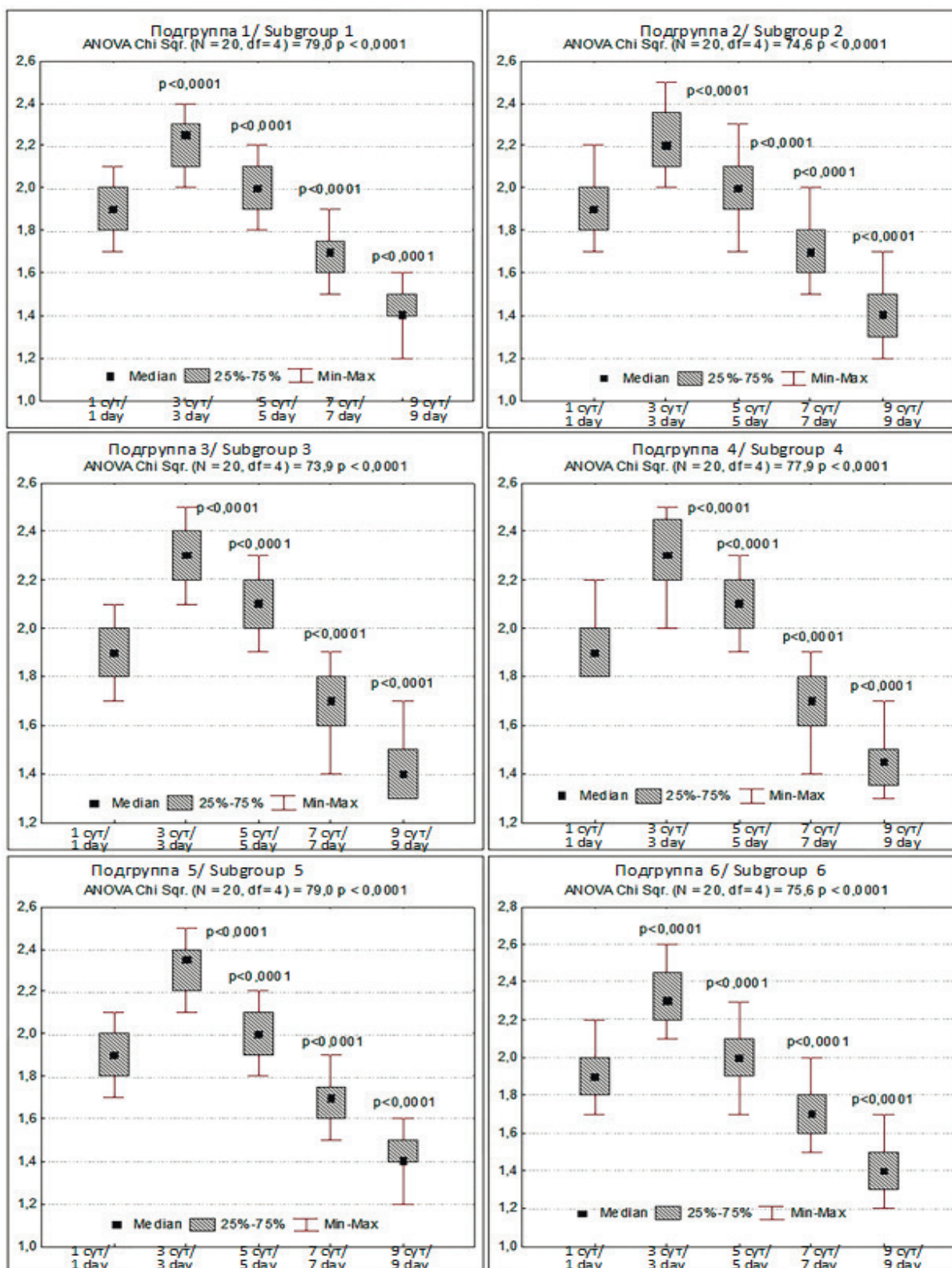
Note: * – pairwise comparison in the subgroup with the previous term (Wilcoxon test). The null hypothesis was rejected in all cases at $p < 0.05$

Рисунок 2

Триглицеридный профиль пациентов всех подгрупп группы I. Множественное сравнение подгрупп по срокам (ANOVA Фридмана)

Figure 2

Triglyceride profile of patients of all subgroups of group I. Multiple comparison of subgroups by timing (Friedman ANOVA)



Примечание: * – парное сравнение в подгруппе с предыдущим сроком (критерий Вилкоксона). Нулевая гипотеза во всех случаях отвергалась при $p < 0,05$

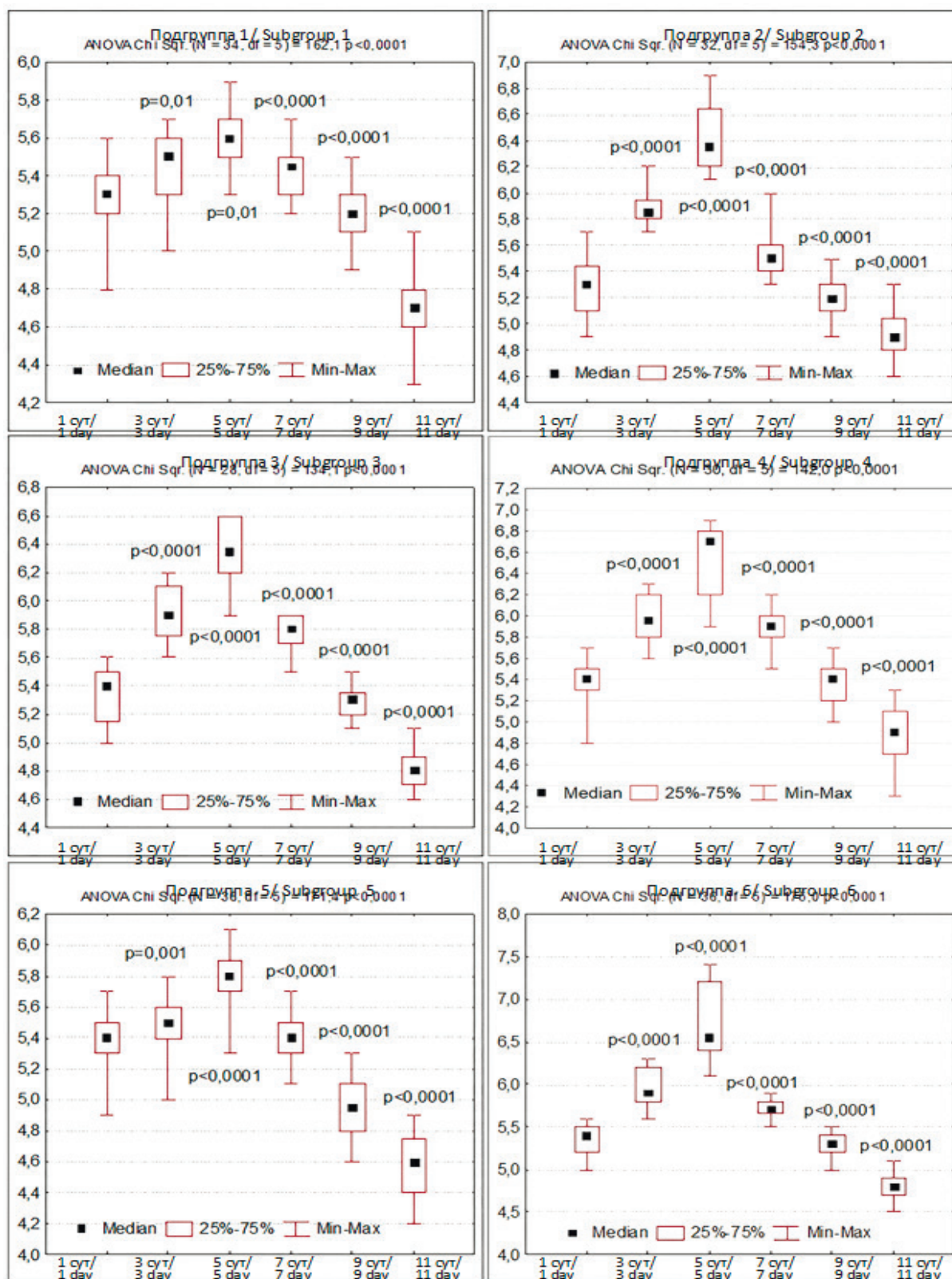
Note: * – pairwise comparison in the subgroup with the previous term (Wilcoxon test). The null hypothesis was rejected in all cases at $p < 0.05$

Рисунок 3

Гликемический профиль пациентов всех подгрупп группы II. Множественное сравнение подгрупп по срокам (ANOVA Фридмана)

Figure 3

Glycemic profile of patients of all subgroups of group II. Multiple comparison of subgroups by timing (Friedman ANOVA)



Примечание: * — парное сравнение в подгруппе с предыдущим сроком (критерий Вилкоксона). Нулевая гипотеза во всех случаях отвергалась при $p < 0,05$

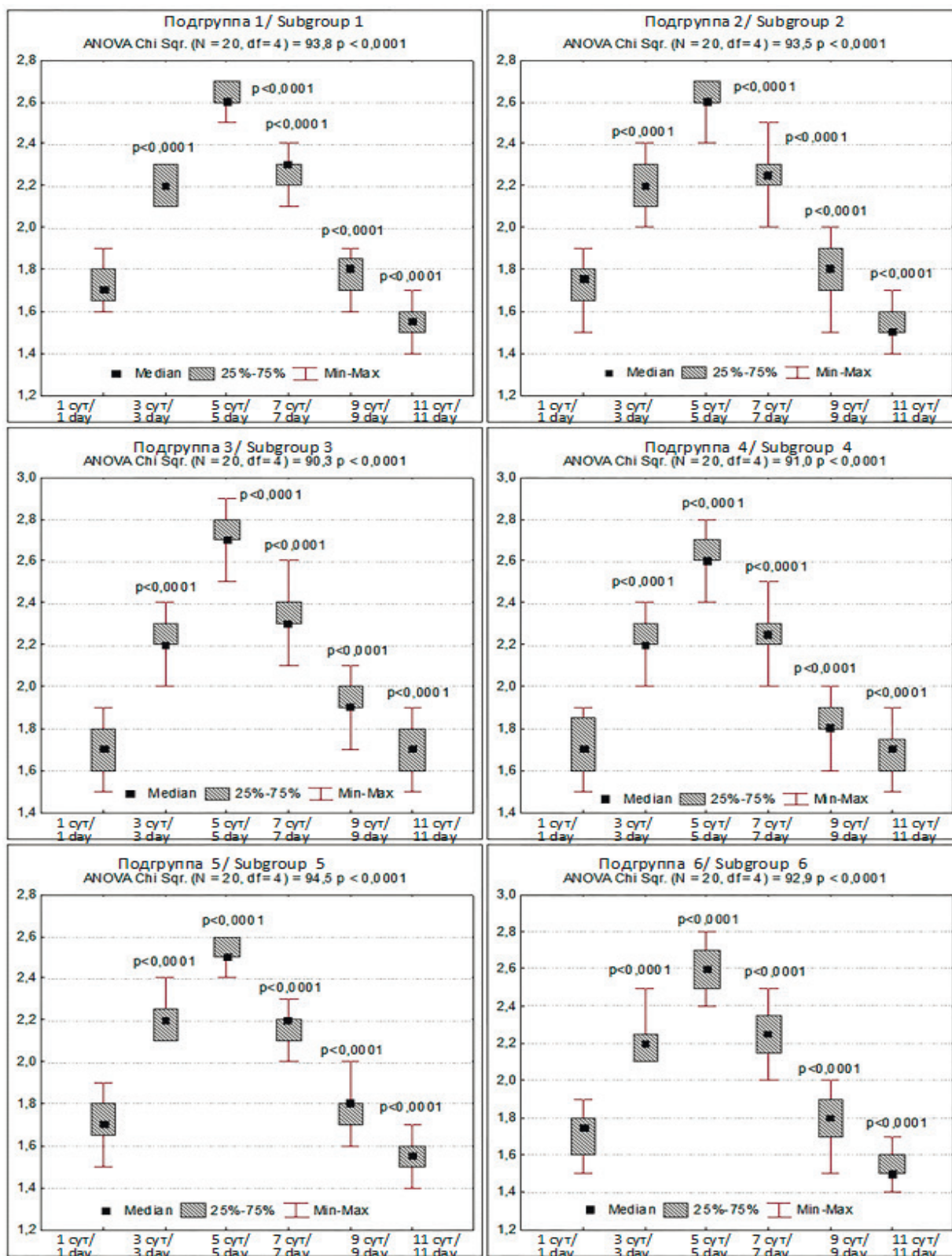
Note: * — pairwise comparison in the subgroup with the previous term (Wilcoxon test). The null hypothesis was rejected in all cases at $p < 0.05$

Рисунок 4

Триглицеридный профиль пациентов всех подгрупп группы II. Множественное сравнение подгрупп по срокам (ANOVA Фридмана)

Figure 4

Triglyceride profile of patients of all subgroups of group II. Multiple comparison of subgroups by timing (FriedmanANOVA)



Примечание: * – парное сравнение в подгруппе с предыдущим сроком (критерий Вилкоксона). Нулевая гипотеза во всех случаях отвергалась при $p < 0,05$

Note: * – pairwise comparison in the subgroup with the previous term (Wilcoxon test). The null hypothesis was rejected in all cases at $p < 0.05$

Таблица 2

Парное сравнение содержания глюкозы и триглицеридов между подгруппами у больных группы I

Table 2

Pairwise comparison of glucose and triglyceride levels between subgroups in group I

Сроки (сутки) Terms (days)	Соотносимые подгруппы / Compared groups (n/n = p-level)														
	1/2	2/3	3/4	4/5	5/6	1/3	1/4	1/5	1/6	2/4	2/5	2/6	3/5	3/6	4/6
Глюкоза / Glucose															
1	0.05	0.71	0.55	0.76	0.00*	0.03	0.01*	0.01*	0.00*	0.4	0.44	0.00*	0.73	0.00*	0.01*
3	0.14	0.29	0.15	0.97	0.00*	0.03	0.00*	0.00*	0.00*	0.01*	0.01*	0.00*	0.07	0.00*	0.01*
5	0.00*	0.86	0.73	0.74	0.04	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.92	0.92	0.14	0.91	0.14	0.23
7	0.00*	0.91	0.82	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.13	0.06	0.00*	0.00*	0.52	0.32
9	0.00*	0.00	0.05	0.01*	0.04	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.20	0.00*	0.00*	0.00*	0.41
Триглицериды / Triglycerides															
1	0.79	0.97	0.62	0.82	0.822	0.83	0.74	0.92	0.73	0.63	0.81	0.91	0.84	0.93	0.64
3	0.81	0.04	0.83	0.91	0.93	0.03	0.03	0.02	0.05	0.02	0.02	0.02	0.82	0.92	0.91
5	0.86	0.63	0.94	0.03	0.94	0.04	0.02	0.91	0.91	0.04	0.92	0.92	0.04	0.05	0.04
7	0.99	0.88	0.92	0.83	0.92	0.92	0.82	0.94	0.92	0.73	0.93	0.94	0.93	0.82	0.72
9	0.67	0.68	0.91	0.93	0.74	0.91	0.91	0.92	0.74	0.62	0.74	0.93	0.91	0.74	0.63

Примечание: здесь и в таблице 3 * – различия между подгруппами статистически значимы (критерий Манна–Уитни $p \leq 0,01$ с учетом поправки на множественную проверку гипотез). Даны только значения уровня «p» – конечный результат соответствующего сравнения

Note: here and in Table 3 * – differences between subgroups are statistically significant (Mann–Whitney test $p \leq 0.01$, adjusted for multiple hypothesis testing). Only the values of the “p” level are given – the final result of the corresponding comparison

Меньшая выраженность по данному критерию фиксировалась во 2-й и 6-й подгруппах (табл. 3 и рис. 2). Между тем, в 1, 2 и 6-й подгруппах была идентифицирована равнозначность по регрессу триглицеридов (табл. 3). Регистрация на 7-е сутки у больных группы II устойчивой слабой связи ($r = 0,18$; $p < 0,05$) между глюкозой и триглицеридами свидетельствовала о их взаимном влиянии.

ОБСУЖДЕНИЕ

В процессе наблюдения все реализованные варианты клинического питания способствовали комплиментарной реакции углеводного и жирового обмена у пациентов I и II групп за счет синергетического эффекта [6] их лечебных свойств [11] и основной терапии ОРДС [1]. Увеличение глюкозы и триглицеридов у больных групп I и II на 3-и и 5-е сутки соответственно предопределялось наивысшей активностью ОРДС, неблагоприятно значимо изменяющем не только все функции легких, но и непосредственно утилизацию кислорода данным органом, являющимся метаболически деятельным за счет своей сложной и многообразной структуры [1].

Очевидно, что газообменная и метаболическая дисфункции легких не только усиливали и отягощали непосредственно себя, но и поступательно критически влияли в целом на организм [3]. К тому же поврежденным легким требуется повышенное количество кислорода для буквального возмещения своих потребностей, что прямо способствует прогрессирующему увеличению его дефицита в организме [1]. Бесспорно, что причиной интенсификации роста глюкозы и триглицеридов в крови пациентов групп I и II представлялись не только перечисленные факторы [4], но и непосредственно сами пораженные легкие как мощный и объемный очаг воспаления, непрерывно генерирующий воспалительные факторы [1].

При ОРДС пропорции обмена углеводов и жиров и их метаболизм будут совершенно разными [9]. Следовательно, утилизация углеводов и жиров в организме в условиях метаболизма стресса будет неодинаковой и варьирующейся в зависимости от их количества, пути введения и его скорости [4, 8]. Нельзя игнорировать и то, что на упомянутые факторы имеет значи-

тельное воздействие непосредственно степень тяжести ОРДС [1]. Хотя при ОРДС дезорганизуются все типы обменных движений, но раньше всех эволюционирует дисбаланс углеводного обмена как наиболее лабильного и мобильного [4]. Наиболее продуктивное регулирование углеводного обмена по отношению к другим больным, отмечающееся у пациентов 1-й подгруппы, очевидно, было определено тем, что используемая у них изокалорическая диабетическая смесь, имеющая качественный и количественный состав, отвечающий всем существующим особенностям питания при ОРДС [3, 6], является наиболее предпочтительной в отношении влияния на гликемию при метаболизме в условиях стресса [4, 8]. Это определяется еще и тем, что в составе смеси существуют медленно всасывающиеся мальтодекстрины, а также фруктоза и пищевые волокна, которые при контакте со слизистой оболочкой кишечника формируют густую субстанцию, не способствующую увеличению глюкозы и триглицеридов в крови [4].

Утверждение подтверждалось и тем, что у пациентов 5-й подгруппы, имеющих заслуживающее

Таблица 3
Парное сравнение содержания глюкозы и триглицеридов между подгруппами у больных группы II
Table 3
Pairwise comparison of glucose and triglycerides between subgroups in group II

Сроки (сутки) Terms (days)	Соотносимые подгруппы / Compared groups (n/n = p-level)														
	1/2	2/3	3/4	4/5	5/6	1/3	1/4	1/5	1/6	2/4	2/5	2/6	3/5	3/6	4/6
Глюкоза / Glucose															
1	0.66	0.54	0.16	0.37	0.58	0.40	0.04	0.21	0.40	0.09	0.38	0.56	0.69	0.89	0.08
3	0.00*	0.97	0.09	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.68	0.00*	0.04	0.00*	0.64	0.00*	0.42	0.02
5	0.00*	0.35	0.02	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.04	0.00*	0.00*	0.00*	0.08	0.00*	0.04	0.68
7	0.02	0.00*	0.05	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.30	0.00*	0.47	0.00*	0.02	0.00*	0.02	0.00*
9	0.88	0.13	0.19	0.00*	0.00*	0.06	0.01*	0.00*	0.11	0.02	0.00*	0.23	0.00*	0.68	0.09
11	0.00*	0.12	0.76	0.01*	0.00*	0.03*	0.15	0.09	0.04*	0.09	0.00*	0.12	0.00*	0.98	0.72
Триглицериды / Triglycerides															
1	0.92	0.62	0.83	0.76	0.68	0.65	0.83	0.56	0.88	0.81	0.49	0.86	0.94	0.82	0.99
3	0.93	0.51	0.84	0.53	0.57	0.33	0.45	0.96	0.61	0.63	0.91	0.76	0.39	0.23	0.32
5	0.75	0.00*	0.01*	0.00*	0.02	0.00*	0.81	0.00*	0.38	0.61	0.01*	0.59	0.00*	0.00*	0.29
7	0.97	0.02	0.02	0.03	0.054	0.02	0.97	0.02	0.89	0.98	0.02	0.90	0.00*	0.03	0.90
9	0.59	0.00*	0.01*	0.07	0.65	0.00*	0.053	0.96	0.59	0.19	0.64	0.98	0.00*	0.00*	0.19
11	0.42	0.00*	0.87	0.00*	0.42	0.00*	0.00*	0.99	0.42	0.00*	0.42	0.99	0.00*	0.00*	0.00*

внимания уменьшение гликемии, одним из составляющих применяемой схемы питания являлась как раз изокалорическая диабетическая смесь. Определенно, что участие в схеме питания малообъемного, но полноценного по калорическому, качественному и количественному составу парентерального компонента, благоприятствовало стабилизации углеводного обмена [3]. Имело принципиальное значение и то, что применение в схеме питания малообъемного парентерального компонента не было патогенетически значимо для усугубления дисфункции легких, в частности газообмена [1].

Аналогичный 5-й подгруппе результат в отношении действенности регуляции углеводного обмена фиксировался и у больных 2-й подгруппы. Бесспорно, что энтеральное иммунное питание является доминирующим у пациентов с ОРДС [3], что связано с наличием в его составе специфических составляющих для наиболее соответствующего регулирования нарушенных функций легких [8]. Между тем, при одинаковом пути введения в организм предполагаемым и идентичной утилизации иммунная гиперкалорическая смесь, несмотря на наличие в ее составе большого количества пищевых волокон и не-

обмена [6], при перенапряженном метаболизме способствовала большему уровню гликемии в сопоставлении с диабетической изокалорической смесью. Очевидно, что именно наличие в составе схемы питания у пациентов 6-й подгруппы гиперкалорической иммунной смеси не благоприятствовало продуктивной интерференции на гликемию по сравнению с больными 1, 5 и 2-й подгрупп.

Без сомнения, становится ясным, что позиция аутсайдеров пациентов 3-й и 4-й подгрупп, в сравнении с другими пациентами, в отношении действия на динамику гликемии была предопределена ограниченной утилизацией веществ, метаболизирующихся в организме вообще и непосредственно в легких вследствие их дисфункции [1, 6]. У пациентов группы I не отмечалось преимуществ какого-либо варианта питательной терапии в отношении снижения триглицеридов.

Принципиальным в группе II было то, что у больных 5-й подгруппы обнаруживалась наивысшая, по сравнению с другими пациентами, комплиментарная реакция на уровень гликемии, что было детерминировано составом питательной программы, которая действительно устраняла постагрессивный метаболизм, характерный для ОРДС [3].

Несмотря на существенно увеличенный обмен глюкозы при ОРДС, ее окислительный метаболизм пропорционально не возрастает [4]. Это аксиомально предопределяет использование при осуществлении питательной поддержки при ОРДС диабетических изокалорических смесей, содержащих альтернативные углеводам энергетические субстраты в правильном с ними соотношении [3]. Вне всякого сомнения, это и определило результативность схемы питания у больных 2-й подгруппы в отношении регуляции углеводного обмена.

К сожалению, в условиях постагрессивного метаболизма использование гиперкалорической иммунной смеси, имеющей в своем составе большое количество углеводов как в варианте энтерального, так и смешанного питания, было менее действенно, чем при применении диабетической изокалорической смеси в аналогичных схемах. Очевидно, что ситуация была предreshена существующими у больных с ОРДС факторами гипергликемии [4, 8]: 1) активацией симпатико-адреналовой системы с выбросом в сосудистое русло из мозгового вещества надпочечников адреналина, активирующего фосфоорилазу (расщепляющую гликоген до глюкозы в печени и скелетных мышцах), ли-

пазу и фосфолипазу; 2) снижением секреции инсулина и увеличением резистентности гепатоцитов, адипоцитов и скелетной мускулатуры к нему; 3) повышением секреции контринсулярных гормонов (глюкагона, соматотропина, глюкостероидов и тиреоидных гормонов). Вне всякого сомнения, нарушение потребления кислорода легкими и их метаболизма определяли программы парентерального питания как наименее продуктивные в отношении кинетики гликемии по сравнению с другими схемами клинического питания.

Несомненно, орган газообмена, имеющий внушительную площадь сосудов, интенсивно фигурирует в жировом обмене [3]. Естественно, что при ОРДС пораженный эндотелий сосудов легких эволюционирует подавление липидного обмена в них [1], проявляющееся увеличением триглицеридов, что и отмечалось у пациентов при осуществлении смешанного и парентерального питания. Бесспорно, данная ситуация была вызвана невозможностью легочной ткани вследствие ее диффузной альтерации осуществлять интернирование триглицеридов и их метаболизм за счет угнетения производительности локальной липазы на фоне имеющейся разбалансировки негазообменных процессов [3, 8].

Уместно не забывать и о том, что кишечник у больных с ОРДС функционирует неполноценно вследствие существующей смешанной гипоксемии, обуславливающей не только срыв его моторной деятельности, но и возникновение патологического изменения состава его нормальной микрофлоры, спо-

собствующей эволюции дисбиоза, следствием которого является значимое ухудшение утилизации питательных субстратов из просвета и аномальная ущербность его многочисленных функций [2, 3]. Закономерным итогом перерождения липидного метаболизма у пациентов с ОРДС представляется интенсификацией липолиза и замедлением липогенеза [4]. Это также объясняло гипертриглицеридемию у больных с энтеральным и смешанным вариантами питания.

Реализация смешанной схемы питания у пациентов 5-й подгруппы позволила продуктивно модифицировать катаболическую реакцию и наиболее действенно, по сравнению с другими больными, сократить количество триглицеридов. Определенно, это было вызвано превосходством утилизации данного варианта питания над остальными схемами питательной поддержки при ОРДС и удостоверялось тем, что у пациентов 1, 2 и 6-й подгрупп наблюдалось равнозначное, но меньшее относительно больных 5-й подгруппы интерферирование на регуляцию обмена липидов в условиях постагрессивного метаболизма. Сниженная результативность парентерального варианта питания в отношении снижения триглицеридов, по сравнению с другими нутритивными программами, вне всякого сомнения, была предопределена многочисленными особенностями как непосредственно ОРДС [1], так и многообразием разбалансированности всех видов обмена [3].

ВЫВОДЫ

1. У пациентов с легким ОРДС при осуществлении разнотипной ну-

тритивной терапии на 3-и сутки регистрируется предельное увеличение глюкозы и триглицеридов.

2. У больных со среднетяжелым ОРДС на фоне реализации разнотипной питательной поддержки на 5-е сутки отмечается максимальное повышение глюкозы и триглицеридов.
3. У пациентов с легким и среднетяжелым ОРДС применяемые энтеральные, парентеральные и смешанные схемы питания способствуют уменьшению гликемии и триглицеридемии.
4. У больных с легким и среднетяжелым ОРДС существует связь между гликемией и триглицеридемией.
5. Наибольшей продуктивностью в отношении снижения гликемии и триглицеридемии у пациентов с легким ОРДС обладает энтеральный вариант питания, реализованный с помощью смеси Нутрикомп Диабет ликвид.
6. Использование смешанной (система «три в одном» Нутрифлекс 70/180 липид и энтеральная смесь Нутрикомп Диабет ликвид) схемы нутритивной терапии особенно продуктивно уменьшает гликемию и триглицеридемию у пациентов со среднетяжелым ОРДС.

Информация о финансировании и конфликте интересов

Исследование не имело спонсорской поддержки.

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Yaroshetsky AI, Gritsan AI, Avdeev SN, Vlasenko AV, Eremenko AA, Zabolotskikh IB, et al. Diagnosis and intensive care of acute respiratory distress syndrome. Clinical recommendations of the All-Russian public organization Federation of Anesthesiologists and Resuscitators. *Anesthesiology and Resuscitation*. 2020; (2): 5-39. Russian (Ярошецкий А.И., Грицан А.И., Авдеев С.Н., Власенко А.В., Еременко А.А., Заболотских И.Б. и др. Диагностика и интенсивная терапия острого респираторного дистресс-синдрома. Клинические рекомендации Общероссийской общественной организации Федерация анестезиологов и реаниматологов //Анестезиология и реаниматология. 2020. № 2. С. 5-39.)
2. Averyanova YV, Baturshin IM, Demko AE, Ivanova GE, Ivashkin VT, Kostyuchenko LN, et al. Clinical recommendations of the

Northwestern Association of Parenteral and Enteral Nutrition, the Interregional Association for Emergency Surgery, the Russian Gastroenterological Association, the Union of Rehabilitation of Russia and the Russian Transplantation Society for the Diagnosis and Treatment of Short Intestine Syndrome with Intestinal Insufficiency in Adults. *Russian Journal of Gastroenterology, Hepatology, Coloproctology*. 2022; 32(1): 60-103. Russian (Аверьянова Ю.В., Батыршин И.М., Демко А.Е. Иванова Г.Е., Ивашкин В.Т., Костюченко Л.Н. и др. Клинические рекомендации Северо-Западной ассоциации парентерального и энтерального питания, Межрегиональной ассоциации по неотложной хирургии, Российской гастроэнтерологической ассоциации, Союза реабилитологов России и Российского трансплантационного общества по диагностике и лечению синдрома короткой кишки с кишеч-

- ной недостаточностью у взрослых //Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии. 2022. № 32(1). С. 60-103.)
3. Leiderman IN, Gritsan AI, Zabolotskikh IB, Lebedinsky KM, Krylov KYu, Mazurok VA, et al. Metabolic monitoring and nutritional support during prolonged artificial lung ventilation. Clinical recommendations of the All-Russian public organization Federation of Anesthesiologists and Resuscitators. 2021. Electronic document. Russian (Лейдерман И.Н., Грицан А.И., Заболотских И.Б., Лебединский К.М., Крылов К.Ю., Мазурок В.А. и др. Метаболический мониторинг и нутритивная поддержка при проведении длительной искусственной вентиляции легких. Клинические рекомендации Общероссийской общественной организации Федерация анестезиологов и реаниматологов. 2021. Электронный документ.) <http://far.org.ru/recommendation>
 4. Weimann A, Braga M, Carli F, Higashiguchi T, Hübner M, Klek S, et al. ESPEN guideline: clinical nutrition in surgery. *Clinical Nutrition*. 2017; 36(3): 623-650. doi: 10.1016/j.clnu.2017.02.013
 5. Shcherbakova LN, Molchanova LV, Malakhova SV. *Dyslipidemia in critical conditions of various etiologies*. General Resuscitation. 2008; IV(1): 36-40. Russian (Щербакова Л.Н., Молчанова Л.В., Малахова С.В. Дислипидемия при критических состояниях различной этиологии //Общая реаниматология. 2008. № IV(1). С. 36-40.)
 6. Leiderman IN, Gritsan AI, Zabolotskikh IB, Lomidze SV, Mazurok VA, Nekhaev IV, et al. Perioperative nutritional support. Clinical recommendations. *Bulletin of Intensive Care named after A.I. Saltanov*. 2018; (3): 3-21. Russian (Лейдерман И.Н., Грицан А.И., Заболотских И.Б., Ломидзе С.В., Мазурок В.А., Нехаев И.В. и др. Периперационная нутритивная поддержка. Клинические рекомендации //Вестник интенсивной терапии имени А.И. Салтанова. 2018. № 3. С. 3-21.)
 7. Kuzkov VV, Fot EV, Smetkin AA, Komarov SA, Kirov MYu. Association between plasma triglyceride concentration and severity of acute respiratory distress syndrome. *General Resuscitation*. 2012; 8(1): 22-25. Russian (Кузьков В.В., Фот Е.В., Сметкин А.А., Комаров С.А., Киров М.Ю. Связь между концентрацией триглицеридов плазмы и тяжестью острого респираторного дистресс-синдрома //Общая реаниматология. 2012. Т. 8, № 1. С. 22-25.)
 8. Gomes F, Schuetz P, Bounoure L, Austin P, Ballesteros-Pomar M, Cederholm T, et al. ESPEN guidelines on nutritional support for polymorbid internal medicine patients. *Clin Nutr*. 2018; 37(1): 336-353. doi: 10.1016/j.clnu.2017.06.025
 9. Doola R, Greer RM, Hurford R, Flatley C, Forbes JM, Todd AS, et al. Glycaemic variability and its association with enteral and parenteral nutrition in critically ill ventilated patients. *Clin Nutr*. 2019; 38(4): 1707-1712. doi: 10.1016/j.clnu.2018.08.001
 10. Pozhveria MM, Goldfarb JS, Matkevich VA, Ryk AA. Modern approaches to enteral nutrition in intensive care. *Medical Emergency. Journal named after N.V. Sklifosovsky*. 2021; 10(1): 108-121. Russian (Почверия М.М., Гольдфарб Ю.С., Маткевич В.А., Рык А.А. Современные подходы к энтеральному питанию в интенсивной терапии //Неотложная медицинская помощь. Журнал им. Н.В. Склифосовского. 2021. № 10(1). С. 108-121.)
 11. Shakotko AP, Marutyan ZG, Kinisheva AYU, Klychnikova EV, Tazina EV, Ryk AA. Safety of mixed artificial nutrition in victims with severe combined traumatic brain injury. *Medical Emergency. Journal named after N.V. Sklifosovsky*. 2017; 6(3): 257-262. Russian (Шакотко А.П., Марутян З.Г., Кинишемова А.Ю., Клычникова Е.В., Тазина Е.В., Рык А.А. Безопасность смешанного искусственного питания у пострадавших с тяжелой сочетанной черепно-мозговой травмой //Неотложная медицинская помощь. Журнал им. Н.В. Склифосовского. 2017. 6(3). С. 257-262.)
 12. Shakirova LV, Gainullin AK. Nutritional support in oncology. Moscow: GEOTAR-Media, 2020. 144 p. Russian (Шакирова Л.В., Гайнуллин А.Х. Нутритивная поддержка в онкологии. Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2020. 144 с.)
 13. Malkova OG, Leiderman IN, Levit AL. Change in lipid metabolism in patients with severe sepsis. *Anesthesiology and Resuscitation*. 2009; (2): 23-26. Russian (Малкова О.Г., Лейдерман И.Н., Левит А.Л. Изменение показателей липидного обмена у больных с тяжелым сепсисом //Анестезиология и реаниматология. 2009. № 2. С. 23-26.)
 14. Malkova OG, Leiderman IN, Levit AL, Nitenko SP. Lipid metabolism disorders in severe sepsis: clinical significance and new methods of correction. *General Resuscitation*. 2009; 5(4): 66-74. Russian (Малкова О.Г., Лейдерман И.Н., Левит А.Л., Нитенко С.П. Расстройства липидного обмена при тяжелом сепсисе: клиническое значение и новые методы коррекции //Общая реаниматология. 2009. Т. 5, № 4. С. 66-74.)
 15. Alasheev AM, Belkin AA, Gadzhieva NSH, Dikareva EA, et al. Nutritional support – as a method of correction of stress hyperglycemia in patients with cerebral insufficiency of traumatic and circulatory genesis. *Intensive Therapy*. 2006; (3): 170-176. Russian (Алашеев А.М., Белкин А.А., Гаджиева Н.Ш., Дикарева Е.А. и др. Нутритивная поддержка – как метод коррекции стрессовой гипергликемии у больных с церебральной недостаточностью травматического и циркуляторного генеза //Интенсивная терапия. 2006. № 3. С. 170-176.)
 16. Borovikov VP. Popular introduction to modern data analysis in the STATISTICS system. Moscow: Hotline-Telecom, 2013. 288 p. Russian (Боровиков В.П. Популярное введение в современный анализ данных в системе STATISTICA. Москва: Горячая линия – Телеком, 2013. 288 с.)

Сведения об авторах:

Гирш А.О., д.м.н., профессор кафедры общей хирургии, ФГБОУ ВО ОмГМУ Минздрава России, г. Омск, Россия.

Мищенко С.В., заместитель главного врача по анестезиологии и реанимации, БУЗОО ГКБСМП № 1, г. Омск, Россия.

Степанов С.С., д.м.н., профессор кафедры гистологии и цитологии, ФГБОУ ВО ОмГМУ Минздрава России, г. Омск, Россия.

Клементьев А.В., к.м.н., доцент кафедры анестезиологии и реаниматологии, ФГБОУ ВО ОмГМУ Минздрава России, г. Омск, Россия.

Information about authors:

Girsh A.O., MD, PhD, professor of general surgery department, Omsk State Medical University, Omsk, Russia.

Mishchenko S.V., deputy chief physician of anesthesiology and intensive care, City Clinical Hospital of Emergency Care No. 1, Omsk, Russia.

Stepanov S.S., MD, PhD, professor of department of histology and cytology, Omsk State Medical University, Omsk, Russia.

Klementiev A.V., candidate of medical sciences, associate professor of department of anesthesiology and intensive care, Omsk State Medical University, Omsk, Russia.

Черненко С.В., к.м.н., доцент, заведующий кафедрой общей хирургии, ФГБОУ ВО ОмГМУ Минздрава России, г. Омск, Россия.

Малюк А.И., к.м.н., главный врач БУЗОО ГКБ № 1 имени Кабанова А.Н., г. Омск, Россия.

Осипенко Е. В., студентка 6 курса лечебного факультета, ФГБОУ ВО ОмГМУ Минздрава России, г. Омск, Россия.

Захарова Т. Д., клинический ординатор кафедры анестезиологии и реаниматологии ДПО, ФГБОУ ВО ОмГМУ Минздрава России, г. Омск, Россия.

Адрес для переписки:

Гирш Андрей Оттович, ул. Красный путь, д. 135, корп. 1, кв. 139, г. Омск, Россия, 644033

Тел.: +7 (3812) 998-508; +7 (923) 681-40-60

E-mail: agirsh@mail.ru

Статья поступила в редакцию: 02.05.2023

Рецензирование пройдено: 12.05.2023

Подписано в печать: 01.06.2023

Chernenko S.V., candidate of medical sciences, associate professor of general surgery department, Omsk State Medical University, Omsk, Russia.

Malyuk A. ., candidate of medical sciences, chief physician of Kabanov City Clinical Hospital No. 1, Omsk, Russia.

Osipenko E.V., 6th year student of faculty of medicine, Omsk State Medical University, Omsk, Russia.

Zacharova T.D., clinical resident of department of anesthesiology and intensive care, Omsk State Medical University, Omsk, Russia.

Address for correspondence:

Girsh Andrei Ottovich, Krasny Put St., 135, building 1, app. 139, Omsk, Russia, 644033

Tel: +7 (3812) 998-508; +7 (923) 681-40-60

E-mail: agirsh@mail.ru

Received: 02.05.2023

Review completed: 12.05.2023

Passed for printing: 01.06.2023



ОСОБЕННОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ ДИЛАТАЦИОННОЙ ТРАХЕОСТОМИИ У ПАЦИЕНТОВ С COVID-19: ТАКТИКА ВЕДЕНИЯ ПАЦИЕНТА, МЕТОДИКА И ПЕРСПЕКТИВЫ

**PECULIARITIES OF PERFORMING DILATED TRACHEOSTOMY IN PATIENTS WITH COVID-19:
PATIENT MANAGEMENT, METHODS AND OUTLOOK**

Порханов В.А. Porkhanov V.A.
Штрауб В.В. Straub V.V.
Богданов С.Б. Bogdanov S.B.
Муханов М.Л. Mukhanov M.L.
Богданова Ю.А. Bogdanova Yu.A.
Зайцева С.Л. Zaitseva S.L.

ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России,
ГБУЗ «НИИ-ККБ № 1 им. проф. С.В. Очаповского»
Минздрава Краснодарского края, г. Краснодар, Россия

Kuban State Medical University,
Research Institute — Regional Clinical Hospital named after
professor S.V. Ochapovsky, Krasnodar, Russia

Цель – оценка эффективности модифицированной технологии трахеостомии у пациентов с COVID-19 в условиях реанимационного отделения.

Материалы и методы. Осуществленное нами исследование построено на анализе результатов лечения 197 пациентов в возрасте от 18 до 90 лет, находящихся в условиях реанимационного отделения перепрофилированного инфекционного госпиталя ГБУЗ «НИИ-ККБ № 1 им. проф. С.В. Очаповского» г. Краснодара в период с 2020 по 2022 год, которым было проведено наложение дилатационной трахеостомии с целью профилактики рубцовых осложнений.

Условия привлечения к исследованию: 1) тяжелобольные пациенты без COVID-19, находящиеся в условиях реанимационного отделения ГБУЗ «НИИ-ККБ № 1 им. проф. С.В. Очаповского» г. Краснодара; 2) тяжелобольные пациенты с COVID-19, находящиеся в условиях реанимационного отделения ГБУЗ «НИИ-ККБ № 1 им. проф. С.В. Очаповского» г. Краснодара; 3) продолжительность ИВЛ до установки трахеостомы от 2 до 4 суток; 4) пациенты мужского и женского пола в возрасте от 18 до 90 лет.

Пациенты в количестве 197 человек, которым был выставлен диагноз COVID-19, отвечающие критериям включения в проводимое исследование, были разделены на две группы: в первую группу (основную, I) включены пациенты с COVID-19, которым трахеостомия была выполнена по модифицированной технологии (85 пациентов – 43,15 %); во вторую группу (сравнения, II) вошли пациенты без COVID-19, у которых трахеостомия сделана по традиционной технологии (112 пациентов – 56,85 %). Все пациенты, привлеченные к исследованию, относились к возрастной группе молодого, среднего, пожилого возраста, преимущественно мужского пола. По направлению госпитализации преобладало сельское население.

Результаты. Применение методики наложения трахеостомии по модифицированной технологии у пациентов с подтвержденным диагнозом COVID-19 позволило в кратчайшие сроки достигнуть быстрого заживления раны, снижения развития поздних стенотических осложнений, развития осложнения в виде профузного кровотечения при коморбидных коагуло-

Objective – to evaluate the effectiveness of the modified tracheostomy technology in patients with COVID-19 in the intensive care unit.

Materials and methods. Our study is based on the analysis of the results of treatment of 197 patients aged 18 to 90 years old who were in the intensive care unit of a redesigned infectious diseases hospital of Regional Clinical Hospital named after professor S.V. Ochapovsky in 2020-2022. The patients received the dilated tracheostomy in order to prevent cicatricial complications.

The inclusion criteria were: 1) severe patients without COVID-19 who were in the intensive care unit of Regional Clinical Hospital named after professor S.V. Ochapovsky; 2) severe patients with COVID-19 in the intensive care unit of Regional Clinical Hospital named after professor S.V. Ochapovsky; 3) the duration of mechanical ventilation before the installation of a tracheostomy from 2 to 4 days; 4) male and female patients aged 18 to 90 years.

Patients in the amount of 197 people who were diagnosed with COVID-19, who met the inclusion criteria for the study, were divided into two groups: the first (main) group (I) included patients with COVID-19, in whom tracheostomy was performed using the modified technology (85 patients – 43.15 %); the second group (comparisons, II) included patients without COVID-19, in whom tracheostomy was performed using traditional technology (112 patients – 56.85 %).

All patients involved in the study belonged to the age group of young, middle, old age, predominantly male. The direction of hospitalization was dominated by the rural population.

Results. The use of modified tracheostomy technique in patients with a confirmed diagnosis of COVID-19 made it possible to achieve rapid wound healing in the shortest possible time, reduce the development of late stenotic complications, the development of complications in the form of profuse bleeding in comorbid coagulopathy and against the

Для цитирования: Порханов В.А., Штрауб В.В., Богданов С.Б., Муханов М.Л., Богданова Ю.А., Зайцева С.Л. ОСОБЕННОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ ДИЛАТАЦИОННОЙ ТРАХЕОСТОМИИ У ПАЦИЕНТОВ С COVID-19: ТАКТИКА ВЕДЕНИЯ ПАЦИЕНТА, МЕТОДИКА И ПЕРСПЕКТИВЫ // ПОЛИТРАВМА / POLYTRAUMA. 2023. № 2, с. 29-35.

Режим доступа: <http://poly-trauma.ru/index.php/pt/article/view/458>

DOI: 10.24412/1819-1495-2023-2-29-35

патиях и на фоне применения лечебных дозировок антикоагуляционных препаратов, а также сократить сроки лечения.

Выводы. Применение новой модифицированной технологии наложения трахеостомии у пациентов с подтвержденным диагнозом COVID-19 обеспечивает быстрое заживление с минимизацией гнойных осложнений, уменьшение гипоксического периода при установке канюли.

Использование данной модифицированной технологии также является методом выбора при высокодозированной антикоагулянтной терапии, в особенности у пациентов с COVID-19.

Возможное совершенствование модифицированной технологии наложения трахеостомии позволит значительно повысить качество оказания специализированной медицинской помощи.

Ключевые слова: трахеостомия; реанимационное отделение; осложнения трахеостомии; COVID-19; искусственная вентиляция легких

background of the use of therapeutic doses of anticoagulant drugs, as well as reduce treatment time.

Conclusion. The use of the new modified technology for applying tracheostomy in patients with a confirmed diagnosis of COVID-19 ensures rapid healing with minimization of purulent complications, and a reduction in the hypoxic period during cannula installation.

The use of this modified technology is also the method of choice for high-dose anticoagulant therapy, especially in patients with COVID-19. Possible improvement of the modified technology of tracheostomy imposition will significantly improve the quality of specialized medical care.

Key words: tracheostomy; intensive care unit; complications of tracheostomy; COVID-19; artificial lung ventilation

В настоящее время продолжается пандемия новой коронавирусной инфекции COVID-19. Медицинские организации не были готовы к оказанию помощи в условиях стремительного распространения заболевания, SARS-CoV-2 стало серьезным испытанием для систем здравоохранения всех стран мира [1]. В процессе работы перепрофилированного инфекционного госпиталя ГБУЗ «НИИ-ККБ № 1 им. проф. С.В. Очаповского» г. Краснодара нагрузки значительно возросли. Пандемия COVID-19 привела к беспрецедентному увеличению числа пациентов, нуждающихся в искусственной вентиляции легких [2]. Необходимость в относительно продолжительных этапах вентиляции говорит о том, что в целях улучшения респираторной поддержки многих пациентов нужно рассматривать в качестве претендентов на наложение трахеостомы [2-4].

Трахеостомия — стандартная, часто проводимая хирургическая манипуляция у тяжелобольных пациентов, находящихся в условиях реанимационного отделения, которым требуется длительная искусственная вентиляция легких (ИВЛ) [5-7].

Раннее выполнение трахеостомии позволяет осуществлять постепенное уменьшение искусственной вентиляционной поддержки [8-12]. Однако выполненная трахеостомия у пациентов с установленным диагнозом COVID-19 имеет множество особенностей [2, 4]. Во-первых, коронавирусная инфекция передается контактным и капельным путями, поэтому важным фактором предотвращения перекрестного

загрязнения между пациентами и медицинским персоналом является контроль инфекционного обсеменения во время трахеостомии [13, 14]. Из-за высокого риска распространения COVID-19 возник вопрос о выборе оптимального оперативного способа выполнения трахеостомии [15, 16]. С развитием малоинвазивных методик выполнения трахеостомии в последнее десятилетие в медицинскую практику были внедрены усовершенствованные способы чрескожной дилатационной трахеостомии [17-19]. Предпочитаемым методом трахеостомии должен быть оптимальный, позволяющий принимать во внимание преимущества сроков выполнения, влияние на бактериологический профиль пациента, длительность перехода на самостоятельное дыхание [1, 20].

Цель — оценка эффективности модифицированной технологии трахеостомии у пациентов с COVID-19 в условиях реанимационного отделения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Осуществленное нами исследование построено на анализе результатов лечения 197 пациентов в возрасте от 18 до 90 лет, находящихся в условиях реанимационного отделения перепрофилированного инфекционного госпиталя ГБУЗ «НИИ-ККБ № 1 им. проф. С.В. Очаповского» г. Краснодара в период с 2020 по 2022 год, которым было проведено наложение дилатационной трахеостомии с целью профилактики рубцовых осложнений.

Условия привлечения к исследованию:

- тяжелобольные пациенты без COVID-19, находящиеся в условиях реанимационного отделения ГБУЗ «НИИ-ККБ № 1 им. проф. С.В. Очаповского» г. Краснодара;
 - тяжелобольные пациенты с COVID-19, находящиеся в условиях реанимационного отделения ГБУЗ «НИИ-ККБ № 1 им. проф. С.В. Очаповского» г. Краснодара;
 - продолжительность ИВЛ до установки трахеостомы от 2 до 4 суток;
 - пациенты мужского и женского пола в возрасте от 18 до 90 лет.
- Пациенты в количестве 197 человек, которым был выставлен диагноз COVID-19, отвечающие критериям включения в проводимое исследование, были разделены на две группы:
- в первую группу (основную, I) включены пациенты с COVID-19, которым трахеостомия была выполнена по модифицированной технологии (85 пациентов — 43,15 %);
 - во вторую группу (сравнения, II) вошли пациенты без COVID-19, у которых трахеостомия сделана по традиционной технологии (112 пациентов — 56,85 %).

По направлению госпитализации преобладало сельское население.

Особенностью модифицированной методики является более щадящая травматизация мягких тканей, что крайне важно для профилактики кровоточивости из раны. По предложенной методике разрез не делается, а производится прокол мягких тканей с наложением в конце трахеостомии обвивного кожного шва.

В оценке результатов лечения использовали непараметрические методы статистики, произвольные таблицы сопряженности с использованием критерия хи-квадрат (χ^2), а также U-критерий Манна–Уитни.

При изучении методов выполнения трахеостомии прежде всего нас интересовали факторы, влияющие на показатели общего функционирования, чтобы провести их корреляционный анализ.

Был выполнен анализ продолжительность дилатационной трахеостомии (среди пациентов с благоприятными результатами лечения), в соответствии с полученными результатами (продолжительность дилатационной трахеостомии составила от 8 до 16 суток) статистически значимые различия по данному критерию в группах не выявлены ($U = 723,5$, $p = 0,58$) (рис. 1).

Несмотря на то, что продолжительность дилатационной трахеостомии составила от 8 до 16 суток, у пациентов группы сравнения было выполнено большее количество перевязок в области дилатационной трахеостомии (рис. 2), по данному параметру сравнения получены статистически значимые различия ($U = 407$, $p < 0,0001$). Нами также был выполнен анализ антикоагуляционной терапии: дозировка эноксипарина в группе I была в 4 раза выше, чем в группе II, тем не менее количество перевязок в группе I было меньше.

Время эпителизации раны после деканюляции составило от 6 до 8 суток в группе I и от 6 до 15 суток в группе II, различия по данному показателю статистически значимы ($U = 1530$, $p < 0,0001$).

При анализе уровня тромбоцитов в группах I и II статистически значимые различия не выявлены ($U = 15002,5$, $p = 0,88$).

Летальность в каждой из исследуемых групп зависела не от сроков наложения трахеостомы, а от осложнений основного заболевания, с которым пациент непосредственно поступил в реанимационное отделение ГБУЗ «НИИ-ККБ № 1 им. проф. С.В. Очаповского» г. Краснодара. Однако стоит отметить, что в группе пациентов с COVID-19 летальность составила 87,1 %, а в группе без COVID-19 – 11,6 %.

Клинический пример

Пациент А. 22 лет госпитализирован в экстренном порядке 10.08.2021 в крайне тяжелом состоянии, на ИВЛ с диагнозом: «Коронавирусная инфекция, вызванная COVID-19», вирус идентифицирован 03.08.2021, крайне тяжелое течение. 10.08.2021 в условиях палаты реанимационного отделения по режиму операционной одномоментно выполнено два вмешатель-

ства: экстракорпоральная поддержка жизни ВВ-ЭКМО и дилатационная трахеостомия (рис. 3-8).

После стандартной обработки операционного поля под контролем фибробронхоскопа производится подтягивание интубационной трубки до уровня проведения трахеостомии, с определением уровня как через бронхоскоп, так и чрезкожной транслюминацией. Затем производится пункция

Рисунок 1

Распределение доли пациентов по группам в зависимости от процента количества дней перевязок в области дилатационной трахеостомии

Figure 1

Distribution of the proportion of patients by groups depending on the percentage of the number of days of dressings in the area of dilated tracheostomy

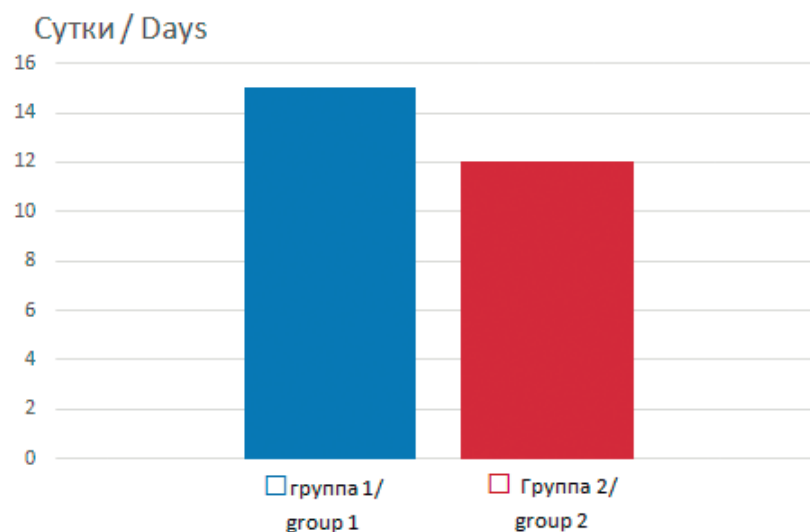
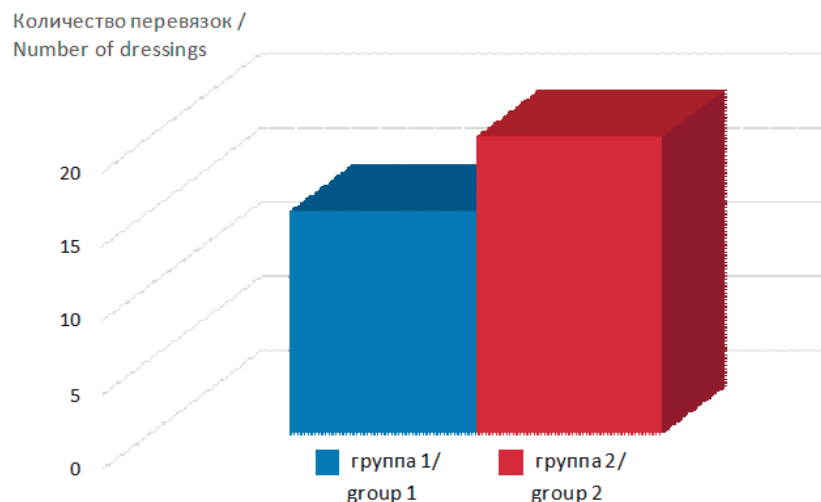


Рисунок 2

Распределение доли пациентов по группам в зависимости от процента перевязок в области дилатационной трахеостомии

Figure 2

Distribution of the proportion of patients by groups depending on the percentage of dressings in the area of dilated tracheostomy



трахеи иглой с канюлей 14 G, сделанной из пластика (рис. 3). Канюля устанавливается в просвет трахеи, а игла удаляется. Через канюлю проводится металлический гибкий проводник (по методу Сельдингера), затем канюля удаляется, а скальпелем производится насечка кожи до 2 мм в горизонтальной плоскости (рис. 4), далее преддилататором — расширение мягких тканей (рис. 5). Формирование стомы осуществляется с помощью конусообразного дилататора для одноэтапного формирования стомы (набор «Ультраперк», Portex) (рис. 6). После того, как произошло формирование канала стомы (по методикам Сигли или Григза), устанавливается трахеостомическая трубка соответствующего размера по тому же проводнику (рис. 7). Вокруг канюли трахеостомы накладывается непрерывный обвивной чрескожный шов (рис. 8).

В дальнейшем осуществляли ИВЛ через установленную трахеостому. Дополнительных манипуляций для гемостаза больному не потребовалось, локальных гнойных осложнений трахеостомии не наблюдали. Деканюляция трахеи выполнена 16.08.2021 без осложнений. 27.08.2021 для дальнейшего лечения больной был переведен в инфекционное отделение № 2 ГБУЗ НИИ-ККБ № 1 на спонтанном дыхании через верхние дыхательные пути. Применение методики наложения трахеостомии по модифицированной технологии позволило в кратчайшие сроки достигнуть быстрого заживления раны, снижения развития поздних стенотических осложнений и сократить сроки лечения.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Итоги клинического исследования выполнения дилатационной трахеостомии по модифицированной технологии в ГБУЗ «НИИ-ККБ № 1 им. проф. С.В. Очаповского» Минздрава Краснодарского края указывают на эффективность стратегии оптимизации на этапах совершенствования манипуляции.

По нашему мнению, преимуществами наложения трахеостомии по

Рисунок 3

Пункция трахеи иглой с пластиковой канюлей

Figure 3

Puncture of the trachea with a needle with a plastic cannula

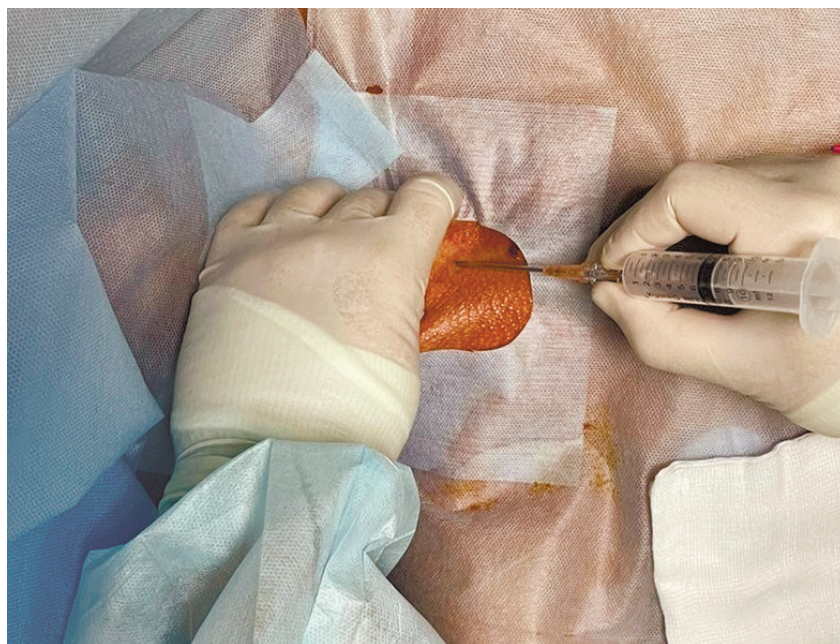
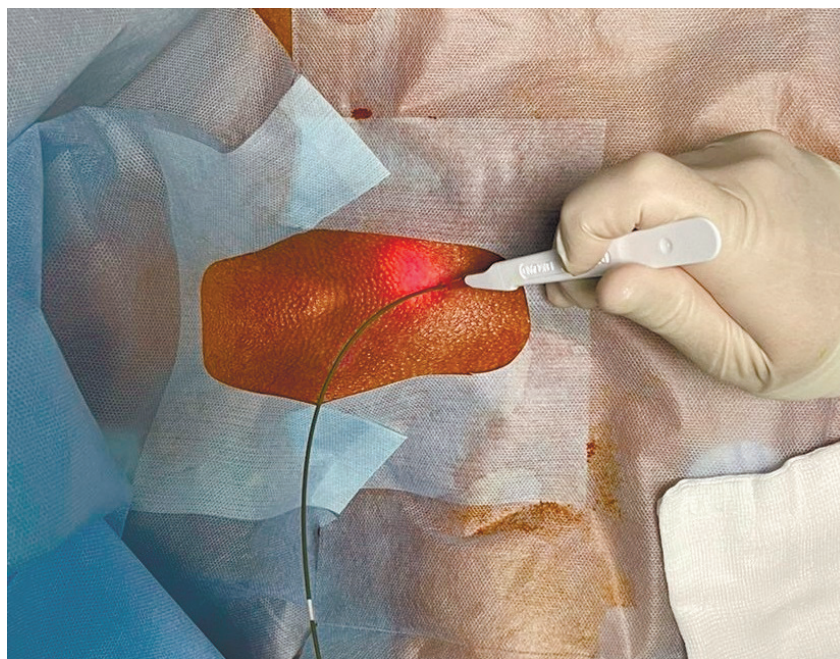


Рисунок 4

Выполнение насечки кожи в горизонтальной плоскости

Figure 4

Performing skin incisions in a horizontal plane



модифицированной технологии у пациентов с подтвержденным диагнозом COVID-19 являются малая травматичность, быстрота проведения операции (5-10 мин), что особенно актуально на фоне специфики течения COVID-19, редкое формирование грубого послеоперационного рубца и развитие рубцовых стенозов трахеи.

Не стоит забывать о возможностях превентивной защиты пациентов от развития осложнения в виде профузного кровотечения при коморбидных коагулопатиях и на фоне применения лечебных дозировок антикоагуляционной терапии.

Таким образом, техническое совершенствование наложения дилатационной трахеостомии позволяет

Рисунок 5
Расширение мягких тканей преддилататором
Figure 5
Soft tissue expansion with a predilator

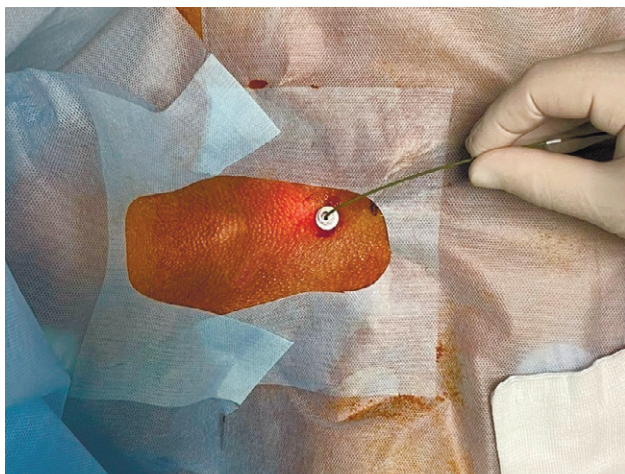


Рисунок 6
Формирование стомы дилататором для одноэтапного формирования стомы
Figure 6
Stoma shaping with a dilator for one-stage stoma shaping

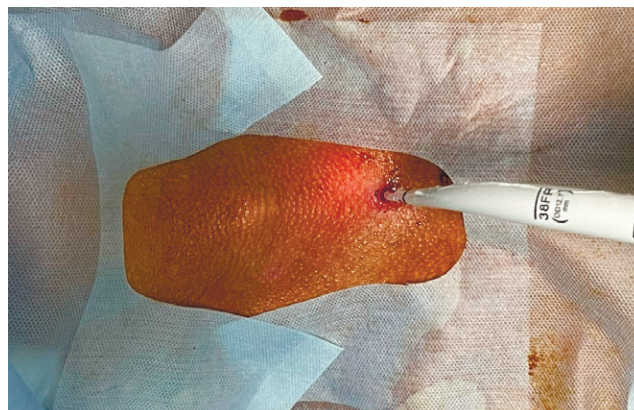


Рисунок 7
Установление трахеостомической трубки
Figure 7
Placement of a tracheostomy tube

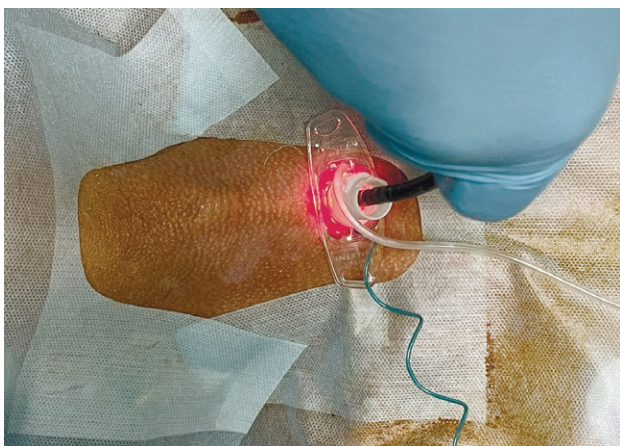
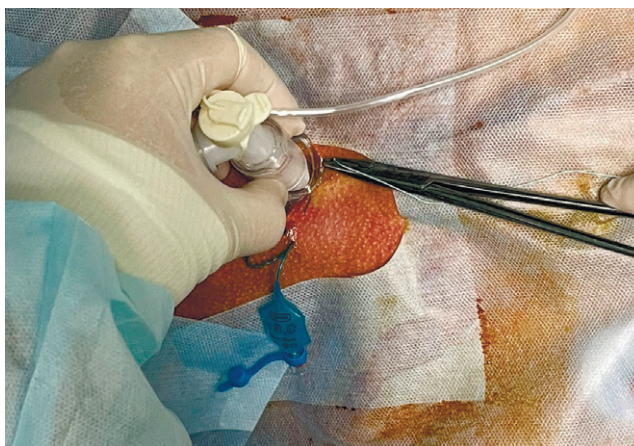


Рисунок 8
Накладывание непрерывного чрескожного шва
Figure 8
Continuous percutaneous suture



повысить эффективность лечения пациента при снижении количества осложнений и сократить ее сроки, выбирать оптимальные условия ведения пациентов, которые находятся в критическом состоянии (полиорганная недостаточность, тяжелый сепсис, обширные глубокие ожоги поверхности тела с сопутствующей термоингаляционной травмой).

ВЫВОДЫ

Выполненное исследование позволило сделать следующие выводы:

1. Применение новой модифицированной технологии наложения

трахеостомии у пациентов с подтвержденным диагнозом COVID-19 характеризуется минимальным гипоксическим периодом при установке канюли, снижением развития поздних стенотических осложнений.

2. Технология обеспечивает быстрое заживление при минимизации гнойных осложнений.

3. Использование данной модифицированной технологии также является методом выбора при высокодозированной антикоагулянтной терапии, в особенности у пациентов с COVID-19.

4. Возможное совершенствование модифицированной технологии наложения трахеостомии позволит значительно повысить качество оказания специализированной медицинской помощи.

Информация о финансировании и конфликте интересов

Исследование не имело спонсорской поддержки.

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Breik O, Sharma N, Dawson C, Bangash MN, Idle M, Isherwood P, et al. Safety and 30-day outcomes of tracheostomy for COVID-19: a prospective observational cohort study. *Br J Anaesth.* 2020; 125(6): 872-879. doi: 10.1016/j.bja.2020.08.023
2. Cagino LM, Kercheval JB, Kenes MT, McSparron JI, Blank R, Chinn SB, et al. Association of tracheostomy with changes in sedation during COVID-19: a quality improvement evaluation at the University of Michigan. *Ann Am Thorac Soc.* 2021; 18(5): 907-909. doi: 10.1513/AnnalsATS.202009-1096RL

3. Eshonkhodzhaev OD, Khudaibergenov ShN, Ibadov RA, Yormukhammedov AA. Factor analysis of the frequency and causes of complications of various types of tracheostomy. *Bulletin of the Tashkent Medical Academy*. 2020; (2): 184-192.
4. Eshonkhodzhaev OD, Khudaibergenov ShN, Ibadov RA, Yormukhammedov AA. Improvement of technical aspects when performing dilated tracheostomy. *Journal Theoretical and Clinical Medicine*. 2020; (3): 98-105. Russian (Эшонходжаев О.Д., Худайбергенов Ш.Н., Ибадов Р.А., Ёрмухаммедов А.А. Совершенствование техниче-ских аспектов при выполнении дилатационной трахеостомии //Журнал теоретической и клинической ме-дицины. 2020. № 3. С. 98-105.)
5. Averyanov DA, Shatalov VI, Kotov EN, Pedan EA, Shchegolev AV. Features of teaching percutaneous dilatation tracheostomy in the intensive care unit. *Bulletin of anesthesiology and resuscitation*. 2016; 13(4): 48-52. Russian (Аверьянов Д.А., Шаталов В.И., Котов Е.Н., Пе-дан Е.А., Щеголев А.В. Особенности обучения перкутанной дила-тационной трахеостомии в отделении реанимации и интенсив-ной терапии //Вестник анестезиологии и реаниматологии. 2016. Т. 13, № 4. 48-52.)
6. Kryukov AI, Kunelskaya NL, Kirasirova E.A., Tarasenkova NN, Gorban D G, Miroshnichenko NA, et al. Revision of the classical concepts of tracheostomy. *Russian Medical Journal*. 2011; 19(6): 381-385. Russian (Крюков А.И., Кунельская Н.Л., Кирасирова Е.А., Тарасенкова Н.Н., Горбан Д.Г., Мирошниченко Н.А. и др. Пересмотр классических представлений о трахеостомии //Русский медицинский журнал. 2011. Т. 19, № 6. С. 381-385.)
7. Kirasirova EA, Ezhova EG, Tarasenkova NN. To the question of tracheostomy in patients on mechanical ventilation. *Bulletin of Otorhinolaryngology*. 2004; (6): 55-57. Russian (Кирасирова Е.А., Ежова Е.Г., Тарасенкова Н.Н. К вопросу о трахеостомии у боль-ных, находящихся на ИВЛ //Вестник оториноларингологии. 2004. № 6. С. 55-57.)
8. Goryachev AS, Savin IN, Gorshkov KM, Oshorov AV, Popugaev KA, Abramov TA, et al. Complications of puncture-dilatation tracheosto- my in neurosurgical patients. Analysis of the seven-year experience of performing surgery in 714 adult patients. *Bulletin of Intensive Care*. 2009; (2): 11-16. Russian (Горячев А.С., Савин И.Н., Горшков К.М., Ошоров А.В., Попугаев К.А., Абрамов Т.А. и др. Осложнения пункционно-дилатационной трахеостомии у нейрохирургиче-ских больных. Анализ семилетнего опыта выполнения операции у 714 взрослых пациентов //Вестник интенсивной терапии. 2009. № 2. С. 11-16.)
9. Krivonos VV. Optimal timing and methods for performing tracheostomy: abstracts of PhD in medicine: 14 January 2020. Mos- cow, 2013. 36 p. Russian (Кривонов В.В. Оптимальные сроки и методы выполнения трахеостомии: автореф. дисс. ... канд. мед. наук: 14.01.20 /Научно-исследовательский ин-т общ. реанимато-логии РАМН. Москва, 2013. 25 с.)
10. Osipov AS, Gasanov AM, Pinchuk TP. Postintubation trophic inju- ries of the larynx and trachea. Endoscopic diagnostics, prevention and treatment. *Surgery*. 2011; 4: 68-72. Russian (Осипов А.С., Гаса-нов А.М., Пинчук Т.П. Постинтубационные трофические повреж-дения гортани и трахеи. Эндоскопическая диагностика, профи-лактика и лечение //Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. 2011. № 4. С. 68-72.)
11. Parshin VD. Tracheostomy. Indications, technique, complications and their treatment. Moscow: GEOTAR-Media; 2008, p. 28-29. Rus- sian (Паршин В.Д. Трахеостомия: показания, техника, осложне-ния и их лечение. Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2008. С. 28-29.)
12. Porkhanov VA, Vagner DO, Bogdanov SB, Zinoviev EV, Shlyk IV. Ap- proaches to tracheostomy in patients with deep neck burns and inhalation trauma. *Bulletin of Grekov's Surgery*. 2018; 177(4): 52-55. Russian (Порханов В.А., Вагнер Д.О., Богданов С.Б., Зиновьев Е.В., Шлык И.В. Подходы к трахеостомии у пациентов с глубоки-ми ожогами шеи и ингаляционной травмой //Вестник хирур-гии имени И.И. Грекова. 2018. Т. 177, № 4. С. 52-55.) <https://doi.org/10.24884/0042-4625-2018-177-4-52-55>
13. Zenger VG, Nasedkin AN, Parshin VD. Surgery for injuries of the larynx and trachea. Moscow: Medkniga. 2007. 364 p. Russian (Зенгер В.Г., Наседкин А.Н., Паршин В.Д. Хирургия повреждений гортани и трахеи. Москва: Медкнига, 2007, 364 с.)
14. Krivonos VV. Modern view on the problem of tracheostomy. *General Resuscitation*. 2012; 8(2): 52-57. Russian (Кривонов В.В., Кичин В.В., Сунгуров В.А., Прокин Е.Г., Кандрашин А.Г., Фёдоров С.А. и др. Современный взгляд на проблему трахеостомии //Общая ре-аниматология. 2012. Т. 8, № 2. С. 53-60.)
15. Ryabova MA, Posobilo EE. Causes of cicatricial stenosis of the larynx. *Scientific Notes of St. Petersburg State Medical University n. a. acad. IP Pavlov*. 2015; 22(3): 17-19. Russian (Рябова М.А., Пособило Е.Е. При-чины рубцовых стенозов гортани //Ученые записки Санкт-Пе-тербургского государственного медицинского университета имени академика И.П. Павлова. 2015. Т. 22, № 3. С. 17-19.)
16. Starkov YuG, Lukich KV, Dzhantukhanova SV, Plotnikov GP, Zamo- lodchikov RD, Zvereva AA. Endoscopy-assisted dilatational tra- cheostomy in patients with COVID-19. *Pirogov Russian Journal of Surgery*. 2020; (12): 1621. Russian (Старков Ю.Г., Лукич К.В., Джантуханова С.В., Плотников Г.П., Замолотчиков Р.Д., Зве-рева А.А. Опыт эндоскопически ассистированных дилатационных трахеостомий при лечении больных с COVID-19 //Хирургия. Жур-налим. Н.И.Пирогова. 2020. № 12. С. 1621.) <https://doi.org/10.17116/hirurgia202012116>
17. Parshin VD, Porkhanov VA. Tracheal surgery with an atlas of opera- tive surgery. Moscow: Aldi-Print. 2010; 477 p. Russian (Паршин В.Д., Порханов В.А. Хирургия трахеи с атласом оперативной хирур-гии. Москва: Альди-Принт, 2010. 477 с.)
18. Khudaibergenov ShN, Pakhomov GL, Eshonkhodzhaev OD, Kha- yaliev RYa, Yormukhammedov AA. The effectiveness of the use of percutaneous dilated tracheostomy in patients on prolonged mechanical ventilation. *Journal Theoretical and Clinical Medicine*. 2014; (4): 65-68. Russian (Худайбергенов Ш.Н., Пахомов Г.Л., Эшонходжаев О.Д., Хаялиев Р.Я., Ермухаммедов А.А. Эффектив-ность применения чрескожной дилатационной трахеостомии у больных на пролонгированной ИВЛ //Журнал теоретической и клинической медицины. 2014. № 4. С. 65-68.)
19. Eshonkhodzhaev OD, Khudaibergenov ShN, Khayaliev RYa, Yor- mukhammedov AA. Comparative evaluation of various methods of tracheostomy. *Bulletin of the Tashkent Medical Academy*. 2019; (3): 52-59.
20. Cabrini L, Monti G, Landoni G, Biondi-Zoccai G, Boroli F, Mamo D, et al. Percutaneous tracheostomy, a systematic review. *Acta Anaesthe- siol Scand*. 2012; 56(3): 270-281.

Сведения об авторах:

Порханов В.А., д.м.н., профессор, академик РАН, главный врач ГБУЗ «НИИ-ККБ № 1 им. проф. С.В. Очаповского» Минздрава Краснодарского края; заведующий кафедрой онкологии с курсом торакальной хирургии, ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России, г. Краснодар, Россия.

Штрауб В.В., врач-хирург, ГБУЗ «НИИ-ККБ № 1 им. проф. С.В. Очаповского» Минздрава Краснодарского края, г. Краснодар, Россия.

Богданов С.Б., д.м.н., заведующий ожоговым отделением, ГБУЗ «НИИ-ККБ № 1 им. проф. С.В. Очаповского» Минздрава Краснодарского края; профессор кафедры ортопедии, травматологии и ВПХ, ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России, г. Краснодар, Россия.

Муханов М.Л., к.м.н., врач – травматолог-ортопед, ГБУЗ «НИИ-ККБ № 1 им. проф. С.В. Очаповского» Минздрава Краснодарского края; доцент кафедры ортопедии, травматологии и ВПХ, ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России, г. Краснодар, Россия.

Богданова Ю.А., к.м.н., доцент кафедры общей и клинической патологической физиологии, ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России, г. Краснодар, Россия.

Зайцева С.Л., врач функциональной диагностики, ГБУЗ «НИИ-ККБ № 1 им. проф. С.В. Очаповского» Минздрава Краснодарского края; лаборант кафедры хирургии № 1 ФПК и ППС, ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России, г. Краснодар, Россия.

Адрес для переписки:

Богданов Сергей Борисович, ул. 1-го Мая 167, г. Краснодар, Россия, 350086

Тел: +7 (918) 650-28-57

E-mail: bogdanovsb@mail.ru

Статья поступила в редакцию: 27.03.2023

Рецензирование пройдено: 13.04.2023

Подписано в печать: 01.06.2023

Information about authors:

Porkhanov V.A., MD, PhD, professor, academican of RAS, chief physician of Research Institute – Regional Clinical Hospital named after professor S.V. Ochapovsky; chief of department of oncology with course of thoracic surgery, Kuban State Medical University, Krasnodar, Russia.

Shtraub V.V., surgeon, Research Institute – Regional Clinical Hospital named after professor S.V. Ochapovsky, Krasnodar, Russia.

Bogdanov S.B., MD, PhD, chief of burn unit, Research Institute – Regional Clinical Hospital named after professor S.V. Ochapovsky; professor of department of orthopedics, traumatology and military field surgery, Kuban State Medical University, Krasnodar, Russia.

Mukhanov M.L., candidate of medical sciences, traumatologist-orthopedist, Research Institute – Regional Clinical Hospital named after professor S.V. Ochapovsky; associate professor of department of orthopedics, traumatology and military field surgery, Kuban State Medical University, Krasnodar, Russia.

Bogdanova Yu.A., candidate of medical sciences, associate professor of department of general and clinical abnormal physiology, Kuban State Medical University, Krasnodar, Russia.

Zaytseva S.L., physician of functional diagnostics, Research Institute – Regional Clinical Hospital named after professor S.V. Ochapovsky, laboratory assistant of surgery department No. 1 of faculty of advanced training and professional retraining, Kuban State Medical University, Krasnodar, Russia.

Address for correspondence:

Bogdanov Sergey Borisovich, Pervogo Maya St., 167, Krasnodar, Russia, 350086

Tel: +7 (918) 650-28-57

E-mail: bogdanovsb@mail.ru

Received: 27.03.2023

Review completed: 13.04.2023

Passed for printing: 01.06.2023



ЧАСТОТА, ФАКТОРЫ РИСКА, ОСОБЕННОСТИ ДИАФИЗАРНЫХ НЕСРАЩЕНИЙ ДЛИННЫХ КОСТЕЙ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ

FREQUENCY, RISK FACTORS, AND FEATURES OF DIAPHYSEAL NON-UNIONS OF THE LONG BONES OF THE LOWER EXTREMITIES

Бондаренко А.В. Bondarenko A.V.
Гусейнов Р.Г. Guseynov R.G.
Герасимова О.А. Gerasimova O.A.
Плотников И.А. Plotnikov I.A.
Завсеголов Н.И. Zavsegolov N.I.

ФГБОУ ВО АГМУ Минздрава России, Алтай State Medical University,
г. Барнаул, Россия Barnaul, Russia

Среди наиболее частых причин отрицательных результатов при лечении диафизарных переломов выделяются замедленная консолидация и несращение. Считается, что наиболее значимыми факторами являются механическая нестабильность, нарушение васкуляризации и инфекция в области перелома.

Цель исследования – уточнить частоту, вид, характер, факторы риска развития диафизарных несращений длинных костей нижних конечностей, выделить среди них наиболее значимые, наметить меры профилактики.

Материал и методы. Выполнен ретроспективный анализ медицинской документации 1411 пациентов с 1623 диафизарными переломами бедра и большеберцовой кости. Спустя 8 месяцев после травмы у пациентов оценивали наличие сращения. При анализе результатов учитывали частоту, вид и характер несращений в группах пациентов в зависимости от воздействия различных факторов.

Результаты и обсуждение. Всего у пациентов отмечено 883 диафизарных перелома бедра и 740 – большеберцовой кости. Через 8 месяцев сращение переломов не наступило у 162 (9,9 %). Оценивали частоту несращений у пациентов при изолированных переломах и политравме, полисегментарных, открытых и закрытых, простых и оскольчатых переломах, инфекции, степень остеогенной активности регенерата.

Заключение. Основными факторами риска несращений у пациентов являлись последствия высокоэнергетических травм с нарушением васкуляризации отломков: полисегментарные, открытые, оскольчатые переломы, инфекция. При наличии факторов риска необходим особый контроль за процессом консолидации на амбулаторном этапе для ранней коррекции лечебного процесса.

Ключевые слова: несращения переломов; замедленная консолидация; механическая нестабильность

The most common causes of failure in the treatment of diaphyseal fractures are delayed consolidation and nonunion. The most significant factors are believed to be mechanical instability, impaired vascularization, and infection at the fracture site.

Objective – to clarify the frequency, type, nature, and risk factors for the development of diaphyseal nonunions of the long bones of the lower extremities, to identify the most significant among them, to outline preventive measures.

Materials and methods. A retrospective analysis of medical records of 1,411 patients with 1,623 diaphyseal fractures of the femur and tibia was performed. Patients were evaluated for adhesion 8 months after injury. When analyzing the results, the frequency, type and nature of nonunions in groups of patients were taken into account depending on the impact of various factors.

Results and discussion. A total of 883 diaphyseal fractures of the femur and 740 of the tibia were noted in patients. After 8 months, the union of fractures did not occur in 162 (9.9%). The frequency of nonunions in patients with isolated fractures and polytrauma, polysegmental, open and closed, simple and comminuted fractures, infections, and the degree of osteogenic activity of the regenerate in nonunions were assessed.

Conclusion. The main risk factors for nonunions in patients were the consequences of high-energy injuries with impaired fragment vascularization: polysegmental, open, comminuted fractures, infection. In the presence of risk factors, special control over the process of consolidation at the outpatient stage is necessary for early correction of the treatment process.

Key words: fracture nonunion; delayed consolidation; mechanical instability

Наиболее частыми причинами отрицательных результатов при лечении диафизарных переломов длинных костей нижних конечностей являются замедленная консолидация и несращения [1-3]. Несмотря на использование

современных малоинвазивных методов остеосинтеза, их удельный вес составляет от 15,7 до 57,6 % [1, 2, 4].

Несращением считается стойкое нарушение целостности или осификации кости с наличием па-

тологической подвижности на ее протяжении, сохранении линии перелома при остановке процесса консолидации спустя два и более ожидаемых срока сращения [2, 3]. Процесс заживления переломов диафиза бедра и большеберцовой

Для цитирования: Бондаренко А.В., Гусейнов Р.Г., Герасимова О.А., Плотников И.А., Завсеголов Н.И. ЧАСТОТА, ФАКТОРЫ РИСКА, ОСОБЕННОСТИ ДИАФИЗАРНЫХ НЕСРАЩЕНИЙ ДЛИННЫХ КОСТЕЙ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ // ПОЛИТРАВМА / POLYTRAUMA. 2023. № 2, С. 36-44.

Режим доступа: <http://poly-trauma.ru/index.php/pt/article/view/439>

DOI: 10.24412/1819-1495-2023-2-36-44

кости в среднем длится 4 месяца, следовательно, отсутствие признаков сращения свыше 8 месяцев является несращением [1-3].

Считается, что наиболее значимыми факторами, приводящими к несращениям, являются механическая нестабильность, нарушение васкуляризации и инфекция в области перелома, иногда к ним относят неадекватность пациента и различные нейропатии [1, 2, 5-9]. Однако удельный вес указанных факторов и их влияние на формирование несращений полностью не изучены, что усложняет выработку эффективных мер профилактики.

Цель исследования — уточнить частоту, вид, характер, факторы риска развития диафизарных несращений длинных костей нижних конечностей при использовании методов малоинвазивного остеосинтеза, выделить среди них наиболее значимые, наметить меры профилактики.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Выполнен ретроспективный анализ медицинских карт стационара, амбулаторного наблюдения и рентгенограмм 1411 пациентов с 1623 диафизарными переломами бедра и большеберцовой кости, проходивших лечение во 2-ом травматологическом отделении КГБУЗ «Краевая клиническая больница скорой медицинской помощи» г. Барнаул — травмоцентре I уровня за 10 лет, с 2011 по 2020 г.

Пациенты включены в исследование сплошным методом. Критерии включения:

- возраст от 18 до 60 лет (обоих полов);
- малоинвазивный остеосинтез перелома в экстренном или отсроченном порядке. При закрытых переломах — блокирующий интрамедуллярный остеосинтез (БИОС). При открытых — в экстренном порядке после хирургической обработки раны чрескостный остеосинтез аппаратом, со сменой на БИОС после надежного заживления раны. В случае осложнений чрескостный остеосинтез оставался основным и окончательным методом фиксации;
- стационарное лечение и амбулаторное наблюдение под патрона-

жем специалистов нашего отделения до возвращения к труду или привычному образу жизни.

Критерии исключения: смерть пациента до 8 месяцев после травмы; амбулаторное наблюдение в другом лечебном учреждении; недостаток информации для проведения анализа результатов лечения, в том числе серийных рентгенограмм, выполненных в ходе процесса консолидации.

Спустя 8 месяцев после травмы у пациентов оценивали наличие сращения. Оно характеризовалось мостовидной костной мозолью в 3 из 4 кортикальных слоев на переднезадней и боковой рентгенограммах, отсутствием боли и патологической подвижности в области перелома. При несращении определяли локализацию, его вид и характер.

Учитывая то, что характер несращения определяется степенью остеогенной активности формирующегося регенерата, имеющего свойство изменяться в динамике, при изучении характера несращения использовали дополнительную группу пациентов, первоначально проходивших лечение в других лечебных учреждениях, а затем поступивших в нашу клинику. За указанный период таких пациентов, соответствующих выработанным критериям включения в исследование, было 69. Это увеличило его мощность и позволило достичь большего разнообразия изучаемой патологии, так как у пациентов основной группы время заболевания не превышало 1 года, в то время как в дополнительной у большинства сращение не произошло в течение 3 и более лет.

При анализе результатов учитывали частоту, вид и характер несращения в группах пациентов в зависимости от воздействия различных факторов. Рассчитывали отношение шансов (ОШ) и риски вероятности несращения [10, 11]. Для оценки статистической значимости различий использовали расчет критерия χ^2 Пирсона с поправкой Йейтса [12]. При оценке вероятности нулевой гипотезы критический уровень значимости различий принимался менее 0,05 [13].

Одобрение этического комитета для проведения исследования не

требовалось из-за его ретроспективного характера, так как оценивалась информация, собираемая на регулярной основе.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Всего у пациентов отмечено 883 диафизарных перелома бедра и 740 — большеберцовой кости. Через 8 месяцев сращение переломов не наступило у 162 (9,9 %): при переломах бедра — у 39 (4,4 %), большеберцовой кости — у 123 (16,6 %), что в четыре раза больше. ОШ вероятности несращения перелома диафиза большеберцовой кости по сравнению с переломом бедра выше — 4,31. Риск несращения бедра через 8 месяцев после травмы составил 0,04 (4 %), большеберцовой кости — 0,16 (16 %), различия статистически значимы ($\chi^2 > 10,828$; $p < 0,001$). Факторы риска, связанные с несращением диафизарных переломов длинных костей нижних конечностей, приведены в таблице 1.

Из 1411 пациентов у 592 (41,9 %) отмечались одиночные (изолированные) переломы бедра и большеберцовой кости, у 819 (58,1 %) они являлись компонентами политравмы. У 621 пациента отмечалась сочетанная травма с повреждением нескольких систем органов, у 198 — множественная скелетная травма, в том числе у 167 — полисегментарные переломы бедра и большеберцовой кости.

Из 592 пациентов с одиночными переломами через 8 месяцев после травмы сращение не наступило у 44 (7,4 %). Из 819 пациентов с политравмой через аналогичный период сращение не произошло у 118 человек (14,4 %), больше чем в 1,9 раза. ОШ вероятности несращения переломов при политравме выше — 2,09. Риск несращения одиночных переломов через 8 месяцев после травмы составил 0,07 (7 %), при политравме — 0,14 (14 %), различия статистически значимы ($\chi^2 > 10,828$; $p < 0,001$).

Помимо факторов общего воздействия отрицательное влияние на процессы консолидации оказывают локальные факторы. Их значение решено оценить, сравнив частоту несращений в разных группах пациентов с полисегментарны-

Таблица 1

Факторы риска, связанные с несращением диафизарных переломов длинных костей нижних конечностей

Table 1

Risk factors associated with nonunion of diaphyseal fractures of long bones of the lower extremities

Факторы риска Risk factors	Число переломов Number of fractures	Число несращений Number of nonunions	ОШ OR	χ^2	p
Локализация перелома Fracture localization			4,31	> 10.828	< 0.001
Бедро / Hip	883	39			
Большеберцовая кость / Tibia	740	123			
Характер повреждения Nature of damage			2.09	> 10.828	< 0.001
Одиночное / Single	592	44			
Политравма / Polytrauma	819	118			
Полисегментарные переломы Polysegmental fractures			4.52	> 10.828	< 0.001
Ипсилатеральные / Ipsilateral	56	5			
Контрлатеральные / Contralateral	111	34			
Тяжесть перелома бедра Severity of hip fracture			2.84	> 7.879	< 0.005
Простой / Simple	254	5			
Оскольчатый / Splintered	629	34			
Тяжесть перелома большеберцовой кости Severity of tibial fracture			3.45	> 10,828	< 0,001
Простой / Simple	177	12			
Оскольчатый / Splintered	563	111			
Вид перелома Fracture type			1.95	> 7.879	< 0.005
Открытый / Opened	1242	104			
Закрытый / Closed	381	58			
Инфекция в очаге Infection in the focus			17.33	> 10.828	< 0.001
Отсутствует / Absent	1544	116			
Имеется / Available	79	46			
Наличие коморбидной патологии Presence of comorbid pathology			5.02	> 10.828	< 0.001
Отсутствует / Absent	116	42			
Имеется / Available	46	34			

ми переломами бедра и большеберцовой кости.

Полисегментарные переломы нижних конечностей, согласно классификации В.А. Соколова (2006) [14], разделили на две группы: ипсилатеральные (односторонние) и контрлатеральные (двухсторонние). В таблице 2 приведена характеристика полисегментарных переломов у наблюдаемых пациентов.

Принципиальное различие ипсилатеральных и контрлатеральных переломов заключается в том, что пациент при односторонних повреждениях может самостоятельно передвигаться, ограничивая при этом нагрузку на поврежденную конечность, без риска потерять ста-

бильность остеосинтеза, в то время как при контрлатеральных переломах такой возможности нет — пациент вынужден нагружать при ходьбе обе конечности одинаково, что часто приводит к потере жесткости фиксации и дебриколяжу.

Как следует из таблицы 2, ипсилатеральные повреждения отмечены у 1/3 пациентов с полисегментарными переломами, контрлатеральные — у 2/3. Из контрлатеральных повреждений наиболее часто регистрировались 2-сегментарные переломы — обеих голеней, бедра и голени, обеих бедер. Двухсторонние переломы 3 и 4 сегментов нижних конечностей встречались относительно редко.

При ипсилатеральных переломах несращения отмечены у 6 (10,7 %) пациентов, при контрлатеральных — у 39 (35,1 %), более чем в 3,2 раза. ОШ вероятности несращения при контрлатеральных переломах по сравнению с ипсилатеральными равнялось 4,52. Риск несращения ипсилатеральных переломов составил 0,12 (12 %), контрлатеральных — 0,35 (35 %), различия статистически значимы ($\chi^2 > 10,828$; $p < 0,001$).

Учитывая важность влияния тяжести переломов на течение консолидации, решено оценить частоту несращений при простых и оскольчатых диафизарных переломах бедра и большеберцовой кости. Для оценки тяжести использовали клас-

сификацию АО [15]. Простые переломы (тип А) имели одиночную линию излома, оскольчатые (тип В и С) — несколько, с одним или более промежуточными фрагментами, при которых после репозиции отмечался незначительный контакт между основными отломками (тип В), либо контакт вообще отсутствовал (тип С) [16].

Из 883 переломов бедра простых (32-А) отмечено 254 (28,8%), оскольчатых (32-В и 32-С) — 629 (71,2 %). Из 740 переломов большеберцовой кости простых (42-А) зарегистрировано 177 (23,9 %), оскольчатых (42-В и 42-С) — 563 (76,1 %). Оскольчатые переломы преобладали, причем на голени они встречались чаще, чем на бедре.

Спустя 8 месяцев после травмы при простых переломах зарегистрировано 17 (3,9 %) несращения, при оскольчатых — 145 (12,2 %), что в 3,1 раза чаще. Несращения бедра отмечены у 5 (1,9 %) пациентов с простыми переломами, у 34 (5,4 %) — с оскольчатыми. ОШ вероятности несращения оскольчатых переломов бедра по сравнению с простыми выше — 2,84. Риск несращения простых переломов диафиза бедра через 8 месяцев после травмы составил 0,01 (1 %), оскольчатых — 0,05 (5 %), различия статистически значимы ($\chi^2 > 7,879$; $p < 0,005$).

Несращения большеберцовой кости зарегистрированы у 12 (6,8 %) пациентов с простыми переломами и у 111 (19,7 %) — с оскольчатыми. ОШ вероятности несращения оскольчатых переломов голени по сравнению с простыми выше — 3,45. Риск несращения простых переломов диафиза большеберцовой кости через 8 месяцев после травмы составил 0,06 (6 %), оскольчатых — 0,19 (19 %), различия статистически значимы ($\chi^2 > 10,828$; $p < 0,001$).

Из 1623 переломов у пациентов отмечено 1242 (76,5 %) закрытых и 381 (23,5 %) — открытых. Спустя 8 месяцев после травмы несращения после закрытых переломов наблюдались в 104 (8,4 %) случаях, при открытых — в 58 (15,2 %), в 1,8 раза чаще. ОШ вероятности несращения открытых переломов нижних конечностей по сравнению

с закрытыми выше — 1,95. Риск несращения закрытых переломов составил 0,08 (8 %), открытых — 0,15 (15 %), различия статистически значимы ($\chi^2 > 7,879$; $p < 0,005$).

При оценке роли инфекции в процессе формирования диафизарных несращениях оказалось, что асептические несращения отмечались у 116 (71,6 %) пациентов, из них при переломах бедра — у 49 (30,2 %), при переломах большеберцовой кости — у 67 (41,3 %). Септические несращения зарегистрированы у 46 (28,4 %) пациентов: при переломах бедра — у 5 (3,2 %), при переломах большеберцовой кости — у 41 (25,3 %). Все без исключения септические несращения являлись следствием открытых переломов.

Локальные инфекционные осложнения в области открытых переломов на различных сроках после травмы отмечены в 79 (20,7 %) случаях, из них в 46 (58,2 %) сращение не наступило. В свою очередь, из 1544 переломов с асептическим течением сращение отсутствовало в 116 (7,5 %) случаях, это меньше в 7,7 раза. ОШ вероятности формирования несращения в условиях

инфекции по сравнению с асептическим течением раны значительно выше — 17,33. Риск несращения при асептическом течении раны через 8 месяцев после травмы составил 0,07 (7 %), при инфекционных осложнениях — 0,58 (58 %), различия статистически значимы ($\chi^2 > 10,828$; $p < 0,001$).

Часто появление несращения отмечается на фоне тяжелой коморбидной патологии (сахарный диабет, ВИЧ, гепатиты, атеросклероз, опухоли, системные заболевания соединительной ткани, бронхиальная астма, курение и др.). Выполнен анализ частоты коморбидной патологии у пациентов в группах с асептическими ($n = 116$) и септическими ($n = 46$) несращениями. При асептических несращениях она отмечена у 42 (36,2 %) человек, при септических — у 34 (73,9 %). ОШ вероятности несращения при тяжелой коморбиде — 5,02, риск асептического несращения — 0,36 (36 %), септического — 0,73 (73 %), различия статистически значимы ($\chi^2 > 10,828$; $p < 0,001$).

Следует заметить, что у наблюдаемых пациентов не зарегистри-

Таблица 2
Частота и характер полисегментарных переломов у пациентов ($n = 167$)
Table 2
Frequency and nature of polysegmental fractures in patients ($n = 167$)

Характер полисегментарных переломов Pattern of polysegmental fractures	Количество больных Number of patients	
	Абс. число Abs. number	%
Ипсилатеральные повреждения Ipsilateral injuries	56	33.5
Переломы бедра и голени (2 сегмента) Hip and tibia fractures (2 segments)	56	33.5
Контралатеральные повреждения Contralateral injuries	111	66.5
Переломы обеих голеней (2 сегмента) Fractures of both lower legs (2 segments)	36	21.5
Переломы обоих бедер (2 сегмента) Fractures of both hips (2 segments)	27	16.2
Перелом бедра и голени (2 сегмента) Fracture of the hip and lower leg (2 segments)	29	17.4
Переломы обеих голеней и бедра (3 сегмента) Fractures of both lower legs and hip (3 segments)	8	4.8
Переломы обоих бедер и голени (3 сегмента) Fractures of both hips and one lower leg (3 segments)	8	4.8
Переломы обоих бедер и обеих голеней (4 сегмента) Fractures of both hips and both lower legs (4 segments)	3	1.8
ИТОГО / TOTAL	167	100

рован ни один случай несращения при периферической нейропатии, хотя последняя наблюдалась у 2 пациентов.

По характеру или степени остеогенной активности все несращения разделяются на гипертрофические, олиготрофические (атрофические без потери костного вещества) и атрофические (с лизисом отломков и образованием дефекта) [2]. В выборе хирургической тактики при лечении несращений большую роль играет именно характер несращения или степень остеогенной активности костного регенерата [1-3, 17].

Как было указано выше, для изучения характера несращений в динамике дополнительно в исследование были включены 69 пациентов с несращениями на более длительных сроках, соответствующих принятым критериям. В зависимости от времени, прошедшего после травмы, всех пациентов разделили на 3 группы с несращениями: до года, от 1 года до 3 лет, свыше 3 лет. Результаты приведены в таблице 3.

Как следует из таблицы 3, у пациентов преобладали олиготрофические несращения, реже встречались гипертрофические, еще реже — атрофические. Наибольшее число пациентов с несращениями наблюдали в течение 1-го года после травмы — 43,8 %, реже — от года до 3 лет — 35,5 %, еще реже — свыше 3 лет — 20,7 %.

Частота гипертрофических и атрофических несращений со временем увеличивалась, а олиготрофических — снижалась. Так, на 1-м году после травмы у пациентов в основном (более 90 %) регистрировались олиготрофические несращения, гипертрофические и атрофические встречались в единичных случаях. От 1 года до 3 лет картина изменялась: частота олиготрофических несращений снизилась на 1/3, а гипертрофических, напротив, повысилась. По прошествии 3 лет с момента травмы у пациентов преобладали гипертрофические несращения, незначительно выросло число атрофических несращений, а относительное количество олиготрофических несращений снизилось более чем в 5 раз по сравнению с 1-м годом.

Таким образом, со временем отмечается тенденция к увеличению частоты гипертрофических и атрофических несращений, снижению числа олиготрофических несращений. Приведенные данные подтверждают, что в ходе репаративного процесса постоянно происходит изменение степени остеогенной активности формирующегося регенерата, что отражает его морфологические и рентгенологические характеристики.

ОБСУЖДЕНИЕ

Несмотря на широкое внедрение в практику современных методов малоинвазивного остеосинтеза, ча-

стота диафизарных несращений длинных трубчатых костей нижних конечностей остается высокой [1, 17, 18, 20]. В нашем исследовании через 8 месяцев после травмы она составила 9,9 %: при переломах бедра — 4,4 %, большеберцовой кости — 16,6 %, что гораздо выше.

В первую очередь, это объясняется анатомическими особенностями строения. Диафизарная часть большеберцовой кости спереди покрыта только кожей и надкостницей, травма от прямого воздействия, как правило, сопровождается тяжелой контузией мягких тканей, часто их первичной утратой, приводящей к значительным нарушениям кровотока в области перелома с последующими длительными его расстройствами [19, 20, 24]. В отличие от этого, диафиз бедренной кости со всех сторон окружен хорошо кровоснабжаемой мышечной тканью. Кроме того, кровоснабжение диафиза большеберцовой кости осуществляется только через единственную питающую артерию, в то время как на бедре питающих диафиз артерий обычно 4 или 5 [6, 21, 22]. В целом кровоток на голени значительно беднее, чем на бедре, и наличие его расстройств является одним из основных факторов нарушения сращения [6, 22-25].

Высокоэнергетические травмирующие факторы играют ведущую роль в формировании несращений. Так, частота несращений при одиночных переломах диафиза от

Таблица 3
Частота и характер несращений на разных сроках с момента травмы (n = 231)

Table 3
The frequency and nature of nonunions at different times since the injury (n = 231)

Характер несращения The nature of nonunion	Время с момента травмы Time since injury						Всего Total	
	До года Less than 1 year		От 1 года до 3 лет 1-3 years		Свыше 3 лет More than 3 years			
	Абс. Abs.	%	Абс. Abs.	%	Абс. Abs.	%	Абс. Abs.	%
Гипертрофическое Hypertrophic	7	6.9	32	39.1	35	72.9	74	32.1
Олиготрофическое Oligotrophic	93	92.2	47	57.3	8	16.6	148	64.1
Атрофическое Atrophic	1	0.9	3	3.6	5	10.5	9	3.8
ИТОГО TOTAL	101	100	82	100	48	100	231	100

низкоэнергетических воздействий через 8 месяцев после травмы составила 7,4 %, в то время как от высокоэнергетических факторов при политравме — 14,4 %.

Переломы бедра и голени при политравме всегда сопровождаются более значительными повреждениями как костей, так и мягких тканей, что в дальнейшем напрямую отражается на течении процессов консолидации [7, 14, 20, 26]. Острая массивная кровопотеря, травматический шок с последующей постгеморрагической анемией, синдром взаимного отягощения повреждений снижают восстановительный потенциал организма, что отрицательно сказывается на процессах сращения [7, 14, 27].

У пациентов с множественными переломами при политравме помимо общего и местного отрицательного воздействия высокоэнергетического поражающего фактора отрицательное влияние на процессы консолидации оказывают локальные механические условия, что прослеживается при лечении полисегментарных переломов.

Как оказалось, при ипсилатеральных переломах через 8 месяцев несращения одного из них отмечены в 10,7 %, при контрлатеральных — в 35,1 %, более чем в 3,2 раза. Большая частота несращений при контрлатеральных переломах объясняется следующим: если при ипсилатеральных переломах у пациента имеется возможность передвигаться, регулируя нагрузку поврежденной конечности, предупреждая появление нестабильности внутренней фиксации и дебриколяжа, то при контрлатеральных пациент вынужден нагружать обе конечности с одинаковой силой. При неблагоприятных условиях (тяжелые оскольчатые и иррегулярные переломы без наличия торцевого упора между основными отломками, остеопороз, недостаточная стабильность остеосинтеза, большая масса пациента, повышенная активность и пр.) это приводит к нестабильности в области перелома, потере жесткости фиксации, дебриколяжу конструкций задолго до возникновения прочного сращения.

Поскольку высокоэнергетические воздействия вызывают более тяже-

лые повреждения кости и окружающих тканей, прослежено влияние тяжести переломов на течение консолидации. Для этого выполнена оценка частоты несращений при простых и оскольчатых переломах бедра и большеберцовой кости.

Как оказалось, частота несращений оскольчатых переломов в 3,1 раза выше, чем простых. При этом ОШ и риск вероятности несращения оскольчатых переломов большеберцовой кости выше, чем переломов бедра. Здесь следует привести слова замечательного травматолога-ортопеда А.А. Девятова, отметившего, что «проблема лечения переломов длинных трубчатых костей — есть, прежде всего, проблема лечения переломов голени» [28].

Отсутствие интимного контакта и, как следствие, торцевого упора между основными отломками при оскольчатых переломах, наличие между ними промежуточных фрагментов, лишенных кровоснабжения, отрицательно сказывается на процессах консолидации [6, 22, 29, 30]. При высокоэнергетической травме, особенно при открытых переломах, промежуточные отломки диафиза лишаются связей с периостальными, эндостальными и внутрикостными сосудами и могут включаться в образующуюся костную мозоль только как пассивные элементы, сами инициировать формирование костного регенерата они не в состоянии. В таких условиях для образования прочной костной мозоли требуется более продолжительное время, чем при простых переломах с одиночной линией излома и сохранением сосудистой сети на концах отломков [6, 30].

Помимо оскольчатых переломов, высокоэнергетические воздействия часто приводят к открытым повреждениям кости, а те, в свою очередь, к инфекционным осложнениям, способствующим замедленной консолидации и несращению [2, 31-34].

Спустя 8 месяцев после травмы диафизарные несращения после открытых переломов наблюдались в 8,4 % случаев, при открытых переломах — в 15,2 %, в 1,8 раз больше. Наличие у пациента открытого перелома вследствие высокоэнерге-

тической травмы часто вызывало скелетирование костных отломков с повреждением окружающих тканей мягких тканей и сосудов. Это приводило к нарушению процессов образования костной мозоли и способствовало ишемическому некрозу тканей раны, инфицированию, воспалению и, как следствие, септическому несращению. Девитализированные промежуточные отломки становились секвестрами, требовалось их удаление, так как они полностью блокировали процессы консолидации.

Септические несращения отмечены у 1/3 из наблюдаемых нами пациентов. Среди них преобладали несращения переломов большеберцовой кости более чем в 7,9 раза по сравнению с бедром. Все септические несращения у пациентов наступили после открытых переломов. Инфекционные осложнения в области послеоперационных ран на разных сроках после травмы развились в 79 (4,9 %) случаях. Несмотря на купирование воспалительного процесса, у 46 (58,2 %) из них сращения не наступило, в то время как при асептическом течением раны не срослись только 7,5 % переломов, менее чем в 7,7 раза.

Как оказалось, большую роль в развитии несращений играет коморбидная патология, особенно при септических несращениях. Риск развития септических несращений при сопутствующей патологии (сахарный диабет, ВИЧ, гепатит, атеросклероз, опухоли, системные заболевания соединительной ткани, бронхиальная астма, курение и др.) выше в 2,1 раза.

Известно, что в выборе хирургической тактики при лечении несращений большую роль играет характер несращения или степень остеогенной активности формирующегося костного регенерата. От этого зависит тактика хирургического лечения.

При гипертрофических несращениях, когда сосудистая реакция выражена, для перестройки костного регенерата достаточно обеспечить стабильную фиксацию костных отломков, которая приведет к оссификации костной мозоли в зоне несращения. При этом необходимости в каких-либо костно-пла-

стических операциях нет [1-4, 17].

По-иному обстоит дело при атрофических несращениях. В этих случаях добиться сращения путем создания прочной иммобилизации зоны перелома затруднительно, так как сосудистый компонент слабый и пластического материала для создания прочной костной мозоли недостаточно. Поэтому часто с целью стимулирования репаративной реакции при аваскулярных несращениях требуется расширенная декорткация с трансплантацией губчатой аутокости [1-4, 23, 25, 26].

При изучении в динамике характера репаративного регенерата у пациентов с несращениями выяснилось, что чаще отмечались олиготрофические несращения, реже — гипертрофические, еще реже — атрофические. При этом с годами частота гипертрофических и атрофических несращений увеличивалась, а олиготрофических — снижалась.

Учитывая то, что оперативные вмешательства наименее травматичны и более просты при олиготрофических несращениях, целесообразно как можно раньше спро-

гнозировать ситуацию с целью выполнения необходимой реконструкции. Для этого пациентов с факторами риска диафизарных несращений необходимо выделять в особую группу диспансерного наблюдения на амбулаторном этапе при травмоцентре I уровня, как это осуществляется при лечении пациентов с политравмой [35].

ВЫВОДЫ

Частота несращений диафизарных переломов длинных костей нижних конечностей составляла 9,9 %, при этом несращения переломов большеберцовой кости встречались в 3,8 раза чаще, чем бедра. Основными факторами риска диафизарных несращений у пациентов являлись последствия высокоэнергетических травм — политравма, оскольчатые, полисегментарные, открытые переломы, инфекция в очаге, наличие коморбидной патологии.

В общей структуре у наблюдаемых пациентов септические несращения занимали до 1/3 и во всех случаях являлись следствием открытых переломов.

Анализ характера несращений по степени остеогенной активно-

сти показал значительное преобладание на первом году после травмы олиготрофических несращений, с их постепенным снижением и ростом частоты гипертрофических и атрофических несращений в последующие годы. Динамические изменения характера репаративного регенерата со временем следует учитывать при планировании реконструктивных оперативных вмешательств.

При наличии указанных факторов риска необходим особый контроль за процессом консолидации на амбулаторном этапе. Это позволит на ранних этапах внести коррекцию в процесс лечения и спланировать его дальнейший ход. В травмоцентрах I уровня следует организовать кабинеты амбулаторного наблюдения и лечения пациентов после проведенного остеосинтеза.

Информация о финансировании и конфликте интересов

Исследование не имело спонсорской поддержки.

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Barabash AP, Barabash YuA. False joints. Consequences of locomotor system injuries. In: *Orthopedics: national guidelines* /edited by Mironov SP, Kotelnikov GP. 2nd edition, revised and supplemented. M.: GEOTAR-Media, 2013. 712-743. Russian (Барабаш А.П., Барабаш Ю.А. Ложные суставы. Последствия травм опорно-двигательной системы //Ортопедия: национальное руководство / под ред. С.П. Миронова, Г.П. Котельникова. 2-е изд., перераб. и доп. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013. С. 712-743.)
2. McKee MD, Oshner PE. Aseptic non-unions. In: *AO - Principles of fracture treatment: a guide for physicians: two volumes* /edited by Ryudi TP, Bakli RE, Moran KG. Vol. 1: Principles. 2nd edition, revised and supplemented. Translated into Russian by Sitnik AA. Berlin, 2013. 505-519. Russian (Мак-Ки М.Д., Ошнер П.Е. Асептические несращения //АО – Принципы лечения переломов: руков. для врачей: в 2 т. /под ред. Т.П. Рюди, Р.Э. Бакли, К.Г. Морана. Том 1: Принципы. 2-е доп.е и перераб. изд. Перевод на рус. язык А.А. Ситник. Berlin, 2013. С. 505-519.)
3. Cleveland KB. Delayed and nonunion of fractures. In: *Campbell's Operative Orthopaedics*. Edition ST Canale, JH Beaty. Philadelphia, Pennsylvania: Mosby Elsevier, 2008. T. 3. P. 3529-3574.
4. Kovtun VV, Kovtun AV. Place of Ilizarov compression-distraction devices in the system of treatment of violations of the processes of consolidation of fractures of long bones. In: *Treatment of patients with injuries and diseases of the extremities: abstracts of the 2nd scientific and practical conference of traumatologists and orthopedists of the Federal Medical and Biological Agency*. Moscow, 2005. 46 p. Russian (Ковтун В.В., Ковтун А.В. Место компрессионно-дистракционных аппаратов Г.А. Илизарова в системе лечения нарушений процессов консолидации переломов длинных костей //Лечение больных с повреждениями и заболеваниями конечностей: тезисы докладов II научно-практической конференции травматологов и ортопедов Федерального медико-биологического агентства. Москва, 2005. С. 46.)
5. Makaram NS, Leow JM, Clement ND, Oliver WM, Ng ZH, Simpson C, et al. Risk factors associated with delayed and aseptic nonunion following tibial diaphyseal fractures managed with intramedullary nailing. *Bone Jt Open*. 2021;2(4): 227-235. doi: 10.1302/2633-1462.24. BJO-2021-0012.R1
6. Onoprienko GA, Voloshin VP. Microcirculation and regeneration of bone tissue: theoretical and clinical aspects. Moscow: Binom Publishing House, 2017. 184p. Russian (Оноприенко Г.А., Волошин В.П. Микроциркуляция и регенерация костной ткани: теоретические и клинические аспекты. Москва: Изд-во «Бином», 2017. 184 с.)
7. Agadzhanian VV, Ustyantseva IM, Pronskikh AA, Novokshonov AV, Agalaryan AKh. Polytrauma. Septic complications. Novosibirsk: Nauka Publ., 2005. 391 p. Russian (Агаджанян В.В., Устьянцева И.М., Пронских А.А., Новокшенов А.В., Агаларян А.Х. Политравма. Септические осложнения. Новосибирск: Наука, 2005. 391 с.)
8. Milyukov AYU, Ustyantsev DD, Gilev YaKh, Mazezev DV. Prognostic significance of comorbid status in the development of complications in the surgical treatment of patients with injuries of the proximal femur. *Polytrauma*. 2017; (2): 6-15. Russian (Милиюков А.Ю., Устьян-

- цев Д.Д., Гилев Я.Х., Мазеев Д.В. Прогностическая значимость коморбидного статуса в развитии осложнений при хирургическом лечении пациентов с травмами проксимального отдела бедренной кости // *Политравма*. 2017. № 2. С. 6-15.)
9. Agadzhanyan VV, Milyukov AYU, Ustyantsev DD, Gilev YaKh. Prognostic model of the potential risk of complications in patients with fractures of the proximal femur. *Polytrauma*. 2018; (3):6-19. Russian (Агаджанян В.В., Милуков А.Ю., Устьянцев Д.Д., Гилев Я.Х. Прогностическая модель потенциального риска развития осложнений у пациентов с переломами проксимального отдела бедренной кости // *Политравма*. 2018. № 3. С. 6-19.)
 10. Fletcher R, Fletcher S, Wagner E. Clinical epidemiology. Fundamentals of evidence-based medicine: translated from English. Moscow: Media Sphere, 1998. 352p. Russian (Флетчер Р., Флетчер С., Вагнер Э. Клиническая эпидемиология. Основы доказательной медицины: пер. с англ. Москва: Медиа Сфера, 1998. 352 с.)
 11. Grinhalkh T. Fundamentals of evidence-based medicine: translation from English. 3rd ed. Moscow: GEOTAR-Media, 2008. 288 p. Russian (Гринхалх Т. Основы доказательной медицины: пер с англ. 3-е изд. Москва: ГЕОТАР-Медиа, 2008. 288 с.)
 12. Petri A, Sabin K. Visual statistics in medicine: translation from English. Moscow: GEOTAR-Media, 2003. 144 p. Russian (Петри А., Сэбин К. Наглядная статистика в медицине: пер с англ. Москва: ГЕОТАР-Медиа, 2003. 144 с.)
 13. Glantz S. Medico-biological statistics: translated from English. Moscow: Practice, 1998. 459 p. Russian (Гланц С. Медико-биологическая статистика: пер. с англ. Москва: Практика, 1998. 459 с.)
 14. Sokolov VA. Multiple and associated injuries. Moscow: GEOTAR-Media, 2006. 512 p. Russian (Соколов В.А. Множественные и сочетанные травмы. Москва: ГЕОТАР-Медиа, 2006. 512 с.)
 15. Meinberg EG, Agel J, Roberts CS, Karam MD, Kellam JF. Fracture and Dislocation Classification Compendium-2018. *J Orthop Trauma*. 2018; 32 Suppl 1: S1-S170. doi: 10.1097/BOT.0000000000001063
 16. UCF. Universal classification of fractures. Maurice E. Müller Foundation in collaboration with the AO-ASIF Documentation Centre. M., 1996. Booklet No. 2. 32 p. Russian (УКП. Универсальная классификация переломов. Фонд Мориса Е. Мюллера при сотрудничестве центра документации АО-АСИФ. М., 1996. Буклет № 2. 32 с.)
 17. Brinker MR, O'Connor DP. Management of aseptic tibial and femoral diaphyseal nonunions without bony defects. *Orthopedic Clinics North America*. 2016; 47: 67-75.
 18. Gerasimenko SI, Baichuk BP. Results of treatment of diaphyseal fractures of the bones of the lower extremities in patients with polytrauma using blocking intramedullary osteosynthesis. *Orthopedics and prosthetics*. 2013; 1(76): 5-7. Russian (Герасименко С.И., Байчук Б.П. Результаты лечения диафизарных переломов костей нижних конечностей у пациентов с политравмой с применением блокирующего интрамедуллярного остеосинтеза // *Вісник ортопедії та протезування*. 2013. № 1(76). С. 5-7.)
 19. Bondarenko AV, Plotnikov IA, Guseinov RG. Treatment of post-traumatic defects of the tibial diaphysis by combined sequential bilocal and blocking osteosynthesis. *Polytrauma*. 2020; (1):23-30. Russian (Бондаренко А.В., Плотников И.А., Гусейнов Р.Г. Лечение посттравматических дефектов диафиза большеберцовой кости методом комбинированного последовательного биллокального и блокирующего остеосинтеза // *Политравма*. 2020. № 1. С. 23-30.)
 20. Bondarenko AV, Guseinov RG, Plotnikov IA. Osteosynthesis of leg fractures at the second stage of damage control in polytrauma. *Polytrauma*. 2021; (3): 28-36. Russian (Бондаренко А.В., Гусейнов Р.Г., Плотников И.А. Остеосинтез переломов голени на втором этапе damage control (контроля повреждений) при политравме // *Политравма*. 2021. № 3. С. 28-36.)
 21. Watson-Jones R. Fractures of bones and joint damage: translated from English. Moscow: Medicine, 1972. 672 p. Russian (Уотсон-Джонс Р. Переломы костей и повреждения суставов: пер. с англ. Москва: Медицина, 1972. 672 с.)
 22. Lavrishcheva GI, Onoprienko GA. Morphological and clinical aspects of reparative regeneration of supporting organs and tissues. Moscow: Medicine, 1996. 208 p. Russian (Лаврищева Г.И., Оноприенко Г.А. Морфологические и клинические аспекты репаративной регенерации опорных органов и тканей. Москва: Медицина, 1996. 208 с.)
 23. Stetsula VI, Veklich VV. Fundamentals of controlled transosseous osteosynthesis. Moscow: Medicine, 2003. 224 p. Russian (Стецула В.И., Веклич В.В. Основы управляемого чрескостного остеосинтеза. Москва: Медицина, 2003. 224 с.)
 24. Bondarenko A, Bondarenko AV, Kolomiets A. Ultrasound criteria of phases of reparative process in lower extremities bone fractures. *European Journal of Ultrasound*. 2013; 34: PS1-08.
 25. Tsigan EN, Deev RV. Morphofunctional bases of osteogenesis. St. Petersburg: VMedA, 2007. 120 p. Russian (Циган Е.Н., Деев Р.В. Морфофункциональные основы остеогенеза. Санкт-Петербург: ВМедА, 2007. 120 с.)
 26. Yavlieva RKH, Kavalersky GM, Petrov NV, Arsomakov AZ. Peculiarities of treatment of infected ununited fractures and false joints of the leg bones with soft tissue defects. *Priorov Bulletin of Traumatology and Orthopedics*. 2007; (3):48-51. Russian (Явлиева Р.Х., Кавалерский Г.М., Петров Н.В., Арсомаков А.З. Особенности лечения инфицированных несросшихся переломов и ложных суставов костей голени с дефектом мягких тканей // *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2007. № 3. С. 48-51.)
 27. Agadzhanyan VV, Pronskikh AA, Orlov AN. Our experience in the treatment of closed diaphyseal fractures of the leg bones. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 1998; 2: 7-10. Russian (Агаджанян В.В., Пронских А.А., Орлов А.Н. Наш опыт лечения закрытых диафизарных переломов костей голени // *Травматология и ортопедия России*. 1998. № 2. С. 7-10.)
 28. Devyatov AA. Transosseous osteosynthesis. Kishinev: Shtiintsa, 1990. 320 p. Russian (Девятков А.А. Чрескостный остеосинтез. Кишинев: Штиинца, 1990. 320 с.)
 29. Manual of internal osteosynthesis: a technique recommended by the AO group (Switzerland) /Muller ME, Allgover M, Schneider R, Willinger H; translated by AV Korolev. Moscow: Ad Marginem, 1996. – XXX, 750 p. Russian (Руководство по внутреннему остеосинтезу: методика, рекомендованная группой АО (Швейцария) /Мюллер М.Е., Альговер М., Шнайдер Р., Виллингер Х.; пер. А.В. Королёв. Москва: Ad Marginem, 1996. – XXX, 750 с.)
 30. Ito K, Perren SM. Biology and biomechanics in bone healing. In: *AO – Principles of fracture treatment: guidelines for doctors*: in 2 volumes /edited by Rudy TP, Buckley RE, Moran KG. Volume 1: Principles. Second revised and supplemented edition. Translation into Russian by AA Sitnik. Berlin, 2013, 8-31. Russian (Ито К., Перрен С.М. Биология и биомеханика в заживлении кости // *АО – Принципы лечения переломов: руковод. для врачей*: в 2 т. /под ред. Рюди Т.П., Бакли Р.Э., Морана К.Г. Том 1: Принципы. Второе дополненное и переработанное издание. Перевод на русский язык А.А. Ситник. Берлин, 2013. С. 8-31.)
 31. Johnson EE, Buckley RE. Chronic infection and infected non-unions. In: *AO – Principles of fracture treatment: a guide for doctors*: in 2 vol-

- umes /edited by Rudy TP, Buckley RE, Moran KG. Volume 1: Principles. Second revised and supplemented edition. Translation into Russian by AA Sitnik. Berlin, 2013, 543-555. Russian (Джонсон Э.Э., Бакли Р.Э. Хроническая инфекция и инфицированные несращения //АО – Принципы лечения переломов: рук. для врачей: в 2 т. /под ред. Рюди Т.П., Бакли Р.Э., Морана К.Г. Том 1: Принципы. Второе дополненное и переработанное издание. Перевод на русский язык А.А. Ситник. Berlin, 2013. С. 543-555.)
32. Oksner PE, Borens O, Baudelaire PM and others. Infections of the musculoskeletal system. Basic principles, prevention, diagnosis and treatment: translated from English; 1st ed. Barnaul: Kolmogorov, 2017. 250 p. Russian (Окснер П.Е., Боренс О., Бодлер П.М. и др. Инфекции опорно-двигательного аппарата. Основные принципы, профилактика, диагностика и лечение: пер. с англ.; 1-е изд. Барнаул: Колмогоров, 2017. 250 с.)
 33. Chirva Yu, Babich M. Modern technologies for bone tissue replacement. St. Petersburg: Piter, 2021. 304 p. Russian (Чирва Ю., Бабич М. Современные технологии замещения костной ткани. Санкт-Петербург: Питер, 2021. 304 с.)
 34. Yavlieva RK. Infected nonunion fractures and false joints of the leg: abstracts of PhD in med. Moscow, 2009. 27 p. Russian (Явлиева Р.Х. Инфицированные несросшиеся переломы и ложные суставы голени: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Москва, 2009. 27 с.)
 35. Bondarenko AV, Gerasimova OA, Kirilova IA, Plotnikov IA, Bondarenko IN, Khuseynov RG. Restorative treatment and medical rehabilitation of patients with polytrauma. Barnaul: Altai Press House, 2019. 89 p. Russian (Бондаренко А.В., Герасимова О.А., Кирилова И.А., Плотников И.А., Бондаренко И.Н., Гусейнов Р.Г. О. Восстановительное лечение и медицинская реабилитация пациентов с политравмой. Барнаул: Алтайский дом печати, 2019. 89 с.)

Сведения об авторах:

Бондаренко А.В., д.м.н., профессор, заведующий 2-м травматологическим отделением, КГБУЗ «Краевая клиническая больница скорой медицинской помощи», профессор кафедры травматологии и ортопедии, ФГБОУ ВО АГМУ Минздрава России, г. Барнаул, Россия.

Гусейнов Р.Г., врач травматолог-ортопед 2-го травматологического отделения, КГБУЗ «Краевая клиническая больница скорой медицинской помощи», г. Барнаул, Россия.

Герасимова О.А., врач травматолог-ортопед 2-го травматологического отделения, КГБУЗ «Краевая клиническая больница скорой медицинской помощи», г. Барнаул, Россия.

Плотников И.А., к.м.н., старший ординатор 2-го травматологического отделения, КГБУЗ «Краевая клиническая больница скорой медицинской помощи», г. Барнаул, Россия.

Завсеголов Н.И., врач травматолог-ортопед 2-го травматологического отделения, КГБУЗ «Краевая клиническая больница скорой медицинской помощи», г. Барнаул, Россия.

Адрес для переписки:

Завсеголов Никита Игоревич, ул. Интернациональная 54-29, г. Барнаул, Россия, 656056
Тел: +7 (983) 546-79-82
E-mail: juju456@mail.ru

Статья поступила в редакцию: 22.03.2023

Рецензирование пройдено: 10.04.2023

Подписано в печать: 01.06.2023

Information about authors:

Bondarenko A.V., MD, PhD, professor, chief of traumatology unit 2, Regional Clinical Hospital of Emergency Care, professor of department of traumatology and orthopedics, Altai State Medical University, Barnaul, Russia.

Guseynov R.G., traumatologist-orthopedist, traumatology unit 2, Regional Clinical Hospital of Emergency Care, Barnaul, Russia.

Gerasimova O.A., traumatologist-orthopedist, traumatology unit 2, Regional Clinical Hospital of Emergency Care, Barnaul, Russia.

Plotnikov I.A., candidate of medical sciences, senior resident, traumatology unit 2, Regional Clinical Hospital of Emergency Care, Barnaul, Russia.

Zavsegolov N.I., traumatologist-orthopedist, traumatology unit 2, Regional Clinical Hospital of Emergency Care, Barnaul, Russia.

Address for correspondence:

Zavsegolov Nikita Igorevich, Internatsionalnaya St., 54-29, Barnaul, Russia, 656056
Tel: +7 (983) 546-79-82
E-mail: juju456@mail.ru

Received: 22.03.2023

Review completed: 10.04.2023

Passed for printing: 01.06.2023



ОЦЕНКА СРЕДНЕСРОЧНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ РЕЛИЗА ЛАТЕРАЛЬНОГО РЕТИНАКУЛУМА НАДКОЛЕННИКА ПРИ ТОТАЛЬНОМ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИИ КОЛЕННОГО СУСТАВА

EVALUATION OF THE MEDIUM-TERM RESULTS OF THE LATERAL RETINACULUM RELEASE DURING TOTAL KNEE ARTHROPLASTY

Каримов М.Ю. Karimov, M. Yu.
Мадрахимов С.Б. Madрахимов S.B.

Ташкентская медицинская академия, Tashkent Medical Academy,
г. Ташкент, Узбекистан Tashkent, Uzbekistan

Неправильное положение и нарушение трекинга надколенника является распространенной проблемой, при которой латеральный релиз может быть эффективным и простым способом ее решения.

Цель нашего исследования – оценить эффективность латерального релиза при интраоперационном выявлении нарушения трекинга надколенника, частоту развития осложнений, связанных с латеральным релизом, и изучить взаимосвязь прогностических переменных и развития интраоперационного нарушения трекинга надколенника во время тотального эндопротезирования колена.

Материалы и методы. В конечное исследование был включен 51 пациент: 32 женщины и 19 мужчин, средний возраст которых составил $68,1 \pm 7,23$ года. Клиническая оценка проводилась при помощи Оценки Общества Колена (Knee Society Score), которая разделяется на шкалу колена (knee score – kS) и функциональную шкалу (functional score – fS). Рентгенологическая оценка осуществлялась на основе Шкалы Радиологической Оценки Общества Колена (Knee Society's Radiographic Evaluation Scoring System).

Результаты исследования. При оценке по шкале KSS были оценены knee score и function score. Средние значения шкалы коленного сустава улучшились с $44,2 \pm 0,8$ (SD = 5,7) до $76,6 \pm 0,8$ (SD = 6) непосредственно при выписке до $85,5 \pm 0,8$ (SD = 5,6) и $88,1 \pm 0,7$ (SD = 9,36) за 6-месячный и одногодичный периоды наблюдения соответственно. Предоперационный наклон надколенника составил в среднем $12,53 \pm 0,98^\circ$ (SD = 7,02), в то время как постоперационный наклон улучшился более чем в два раза – $5,5 \pm 0,25^\circ$ (SD = 1,08). Угол конгруэнтности надколенника также улучшился в среднем с $10,3 \pm 1,32^\circ$ (SD = 9,4) до $6,9 \pm 0,6^\circ$ (SD = 4,3). Изменения обоих значений – как наклона, так и конгруэнтности – были статистически значимы ($p < 0,001$).

Заключение. Результаты исследования демонстрируют, что латеральный релиз ретинакула является безопасным и эффективным методом коррекции неправильного трекинга надколенника во время тотального эндопротезирования колена.

Ключевые слова: латеральный релиз ретинакула; синдром передней боли колена; нарушение трекинга; тотальное эндопротезирование

Incorrect position and maltracking of the patella is a common problem in which lateral release can be an effective and simple way to solve this problem.

The objective of our research: to evaluate the effectiveness of lateral retinacular release in intraoperative detection of patellar maltracking, to assess the incidence of complications associated with lateral release, to study the relationship of prognostic variables and the development of intraoperative patellar maltracking in total knee arthroplasty.

Materials and methods. The final study included 51 patients (32 women, 19 men), average age of 68.1 ± 7.23 years. The clinical assessment was carried out using the Knee Society Score, which is divided into the knee scale (knee score – kS) and the functional scale (functional score – fS). The radiological assessment was carried out on the basis of the Knee Society's radiographic evaluation scoring system.

Results. Knee score and function score were evaluated on the KSS scale. The average values of the knee joint scale improved from 44.2 ± 0.8 (SD = 5.7) to 76.6 ± 0.8 (SD = 6) immediately upon discharge, to 85.5 ± 0.8 (SD = 5.6) and 88.1 ± 0.7 (SD = 9.36) over the 6-month and one-year follow-up periods, respectively. The preoperative patellar slope averaged 12.53 ± 0.98 (SD = 7.02), while the postoperative slope improved more than twice 5.5 ± 0.25 (SD = 1.08). The patellar coherence angle also improved on average from 10.3 ± 1.32 (SD = 9.4) to $6.9 \pm 0.6^\circ$ (SD = 4.3). Changes in both slope and congruence values were statistically significant ($p < 0.001$).

Conclusion. The results of the study demonstrate that lateral retinacular release is a safe and effective method of correcting incorrect patellar tracking during total knee arthroplasty.

Key words: lateral retinaculum release; anterior knee pain syndrome; tracking disorder; total endoprosthesis

Тотальное эндопротезирование коленного сустава является методом выбора хирургическо-го вмешательства при конечных стадиях остеоартрита [1]. Свыше 90 % первичных эндопротезирований коленного сустава проводятся исключительно по поводу данного состояния [2]. Однако, по данным

Для цитирования: Каримов М.Ю., Мадрахимов С.Б. ОЦЕНКА СРЕДНЕСРОЧНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ РЕЛИЗА ЛАТЕРАЛЬНОГО РЕТИНАКУЛУМА НАДКОЛЕННИКА ПРИ ТОТАЛЬНОМ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИИ КОЛЕННОГО СУСТАВА //ПОЛИТРАВМА / POLYTRAUMA. 2023. № 2, С. 45-52.

Режим доступа: <http://poly-trauma.ru/index.php/pt/article/view/466>

DOI: 10.24412/1819-1495-2023-2-45-52

литературы, до 38 % пациентов испытывают так называемый синдром пателлофemorальной боли [3-5], что сказывается на достаточно высоком проценте (до 31 %) неудовлетворенности пациентов после тотального эндопротезирования коленного сустава [6, 7]. Также синдром пателлофemorальной боли является одной из пяти самых частых причин ранних и поздних ревизионных вмешательств [2].

Латеральный релиз ретинакула надколенника помогает улучшить трекинг надколенника в бедренной борозде и уменьшить пателлофemorальное трение, тем самым снижая возможность развития синдрома пателлофemorальной боли [8, 9]. Кроме того, нарушение трекинга надколенника может быть причиной раннего расшатывания компонентов эндопротеза, перелома надколенника и пателлофemorальной нестабильности [10]. Ввиду того, что усиление пателлофemorального трения, а следовательно, и повышение ретропателлярного давления и нарушение трекинга надколенника являются основными факторами развития синдрома пателлофemorальной боли, мы предположили, что использование латерального релиза может быть простым и эффективным способом улучшения трекинга надколенника и снижения синдрома пателлофemorальной боли.

Цель — оценить эффективность латерального релиза при интраоперационном выявлении нарушения трекинга надколенника, частоту развития осложнений, связанных с латеральным релизом, и изучить взаимосвязь прогностических переменных и развития интраоперационного нарушения трекинга надколенника во время тотального эндопротезирования колена.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В данном исследовании мы проводили ретроспективную оценку 58 пациентов после тотального эндопротезирования коленного сустава, которым был проведен латеральный релиз. Критерии включения в исследование: 1) первичный остеоартрит коленного сустава; 2) интраоперационное выявление нарушения трекинга надколенника.

Семь пациентов были исключены из исследования ввиду недостаточности клинических данных (2 пациента) и/или недоступности во время периода наблюдения (5 пациентов).

Исследование проводилось на кафедре травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии на базе многопрофильной клиники Ташкентской медицинской академии с января 2020 года по декабрь 2022 года. В конечное исследование был включен 51 пациент (32 женщины, 19 мужчин), средний возраст — $68,1 \pm 7,23$ года. Демографическая характеристика пациентов представлена в таблице 1.

Исследование было одобрено этическим комитетом Ташкентской медицинской академии, получено информированное согласие всех пациентов. Все процедуры были выполнены в соответствии с этическими стандартами Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации от 1964 г., ее поправками и сопоставимыми этическими стандартами.

Хирургическая техника

Все процедуры тотального эндопротезирования коленного сустава были выполнены без использования жгута. Срединный кожный разрез с последующим медиальным парапателлярным разрезом были примене-

ны для артротомии. Во всех случаях использовались импланты с удалением задней крестообразной связки и с цементной фиксацией. Вращение и ось бедренного компонента определяли с помощью внешней ротации на 3° относительно трансэпикондиллярной линии. Ротацию большеберцового компонента устанавливали с помощью ориентира в медиальной трети большеберцового бугорка. Выравнивание большеберцового компонента определяли экстрамедуллярно при помощи линии, перпендикулярной механической оси. Размер вкладыша определялся при сгибании и разгибании медиальным и латеральным балансом мягких тканей. При установке компонента надколенника были учтены размеры надколенника до и после установки, а также оптимальная медиализация компонента. Трекинг надколенника проверялся при сгибании коленного сустава под углом от 20° до 90° . При обнаружении нарушения трекинга надколенника методом «no thumb technique» [11] проводился латеральный релиз, показаниями к которому были наклон, смещение и неправильный трекинг надколенника любой степени в пределах объема движения от 20° до 90° .

Латеральный релиз выполняли поэтапно: латеральный ретинаку-

Таблица 1
Демографические данные пациентов
Table 1
Demographic data of patients

Пол / Gender	n (SD)
Мужчины / Male	19
Женщины / Female	32
Средний возраст / Mean age	68.1 (1.01)
Средний ИМТ / Mean BMI	27.6 (0.53)
Сопутствующие патологии / Comorbidities	
ИБС / CHD	28
Инсульт / Stroke	0
Заболевание периферических артерий / Peripheral artery diseases	9
Анемия / Anemia	33
Хроническое заболевание легких / Chronic pulmonary disease	7
Хроническое заболевание ЖКТ / Chronic gastrointestinal disease	3
Сахарный диабет / Diabetes Mellitus	3
Атеросклероз / Atherosclerosis	0
Тип импланта / Type of implant	
Posterior stabilized (PFC Sigma, De Puy)	11
Posterior stabilized (NexGen, Zimmer Biomet)	24
Medial Pivot (K-mod Knee, Gruppo Bioimpianti)	16

лум последовательно подвергался релизу короткими шагами, с повторной оценкой трекинга надколенника между каждым релизом. Латеральный релиз выполняли по меньшей мере на 2 см латеральнее границы надколенника и от нижней трети сухожилия m. vastus lateralis до уровня дистального полюса надколенника. Наиболее часто был достаточен релиз длиной до 2 сантиметров. Латеральная верхняя геникулярная артерия по возможности сохранялась. Наклон и смещение надколенника полностью устранялись.

Пред- и постоперационный режим

Для всех пациентов пред- и постоперационный режимы были идентичны. Профилактика инфекционных осложнений проводилась цефалоспорином III поколения по схеме. Плановое обезболивание включало внутривенное введение наркотических (1 день) и ненаркотических анальгетиков (последующие 4 дня после операции). Тромбоз глубоких вен предотвращался применением низкомолекулярного гепарина (7 дней) с последующим переводом на пероральные антикоагулянты (ривароксабан — до 5 недель) и компрессионных чулок (до 6-8 недель). Пациенты динамизировались с полной нагрузкой в 1-й день после операции с помощью ходунков. При достижении сгибания 90° и сухой послеоперационной ране, улучшении самочувствия, активной ходьбе пациенты выписывались на 5-й день после операции.

Клиническая и радиологическая оценка исходов

Клиническая оценка проводилась при помощи Оценки Общества Колена (Knee Society Score), которая разделяется на шкалу колена (knee score — kS) и функциональную шкалу (functional score — fS). Визуальная аналоговая шкала использовалась для оценки синдрома пателлофemorальной боли с тщательным расспросом о локализации боли. Хруст в пателлофemorальной области и так называемый симптом щелчка при обнаружении также регистрировались. Удовлетворенность пациентов была оценена с помощью опросника, включающего

вопрос: удовлетворены ли Вы проведенной операцией/Соответствовала ли данная операция Вашим ожиданиям? Вариантами ответов служили: 1) очень удовлетворен, 2) удовлетворен, 3) затрудняюсь ответить, 4) не совсем удовлетворен, 5) не удовлетворен.

Рентгенологическая оценка осуществлялась при помощи стандартных рентген-снимков (передне-задний (стоя), боковой, аксиальный (Merchant) на основе Шкалы Радиологической Оценки Общества Колена (Knee Society's Radiographic Evaluation Scoring System). Оценка расположения надколенника проводилась с помощью методики Gomes LS и соавторов. Наклон надколенника более 5° и смещение более 5 мм были приняты за нарушение трекинга надколенника по методике Grelsamer RP и соавторов.

Статистический анализ

Все статистические анализы были проведены с использованием программного обеспечения Microsoft Office Excel 2016 и Statistica 10.0. Описательная статистика, включая средние значения (M), стандартные отклонения (SD), доверительный интервал 95% (95% ДИ) и частоты, была рассчитана для всех переменных.

Чтобы оценить связь между переменными, мы использовали критерий хи-квадрат (χ^2), который был использован для определения того, существует ли значимая разница между наблюдаемой и ожидаемой частотами категориальных переменных. Уровень статистической значимости был установлен на уровне $p < 0,05$.

Мы также провели множественный регрессионный анализ, чтобы исследовать взаимосвязь между зависимой переменной и независимыми переменными для построения прогностической модели риска. Зависимая переменная была смоделирована как функция независимых переменных, а коэффициенты модели были оценены с использованием метода наименьших квадратов. Степень соответствия модели оценивалась с использованием коэффициента детерминации (R^2). Значение p меньше 0,05 считалось статистически значимым.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

У 51 пациента, включенного в исследование, было проведено 51 первичное тотальное эндопротезирование коленного сустава. Среднее значение периода наблюдения составило $17,7 \pm 5,6$ месяца (мин. — 12; макс. — 23).

Предоперационный синдром пателлофemorальной боли наблюдался у 45 пациентов (88,2 %) и сохранился у 4 (7,8 %), из них у 1 отмечалась умеренная боль в переднем отделе коленного сустава, у остальных — дискомфорт при поднятии по лестнице. У всех 4 пациентов наблюдался предоперационный пателлофemorальный остеоартрит (табл. 2).

При оценке по шкале KSS были оценены knee score и function score. Средние значения шкалы коленного сустава улучшились с $44,2 \pm 0,8$ (SD = 5,7) до $76,6 \pm 0,8$ (SD = 6) непосредственно при выписке до $85,5 \pm 0,8$ (SD = 5,6) и $88,1 \pm 0,7$ (SD = 9,36) за 6-месячный и одногодичный периоды наблюдения соответственно (табл. 2, рис.). Анализ удовлетворенности пациентов показал, что 80 % из них ответили «удовлетворены/удовлетворены за 6-месячный период», при этом за 12-месячный период данный показатель увеличился до 87 %. Остальные 13 % пациентов затруднялись ответить, из них только у 3 наблюдались передние боли в коленном суставе в постоперационном периоде, неудовлетворенных пациентов зарегистрировано не было.

Средний угол деформации коленного сустава составил $7,9 \pm 0,53^\circ$ (SD = 3,8) варусного отклонения (от 16° вальгуса до 17° варуса) в предоперационном периоде. Отмечалось 13 случаев вальгусной деформации, из которых 5 случаев с отклонением более 10°. В постоперационном периоде тibiофemorальный угол коленного сустава составил в среднем $5,4 \pm 0,15^\circ$ (SD = 1,1).

Из 51 пациента у 47 отмечалась та или иная степень пателлофemorального остеоартрита: 24 (51,06 %) пациента имели 1-ю степень, 15 (31,91 %) — 2-ю и 8 (17,02 %) — 3-ю. Предопераци-

Таблица 2

Данные по клиническим и функциональным исходам до и после тотального эндопротезирования коленного сустава (n = 51)

Table 2

Data on clinical and functional outcomes before and after total knee arthroplasty (n = 51)

	Перед операцией Preoperatively	После операции Postoperatively	χ^2 , парный t-критерий Chi-square, paired t-test*	p-значение p-value
СПФБ / AKP	44 (86.2 %)	8 (15.6 %)	50.843'	< 0.001
Слабая / Mild	23	6		
Умеренная / Moderate	10	2		
Выраженная / Severe	11	0		
Шкала KSS / KSS				
Шкала колена / Knee score	44.2 (SD = 5.7)	76.6 (SD = 6)	29.84*	< 0.001
Шкала функции / Function score	36.2 (SD = 11.1)	70.8 (SD = 8.8)	19.076*	< 0.001
Угол конгруэнтности надколенника Patellar congruency angle	10.3 (SD = 9.4)	7 (SD = 4.3)	3.7*	< 0.001
Угол наклона надколенника Patellar tilt angel	12.5 (SD = 7)	5.5 (SD = 1.8)	7.5*	< 0.001
Угол разгибания / Extension angle	173.8 (SD = 6.2)	179.5 (SD = 1.5)	7.2*	< 0.001
Угол сгибания / Flexion angle	107.4 (SD = 13.3)	92.7 (SD = 6.8)	7.7*	< 0.001
Нарушение позиции надколенника / Violation of patella position				
Норма / Natural	27	38	5.132'	0.024
Наклон / Tilt, < 5°	8	10	0.27'	0.604
Смещение / Shift, < 5мм	5	3	0.543'	0.462
Нарушение трекинга, >5° и/или > 5 мм Mal tracking, >5° and/or > 5 mm	11	0	12.33'	< 0.001

Примечание: СПФБ – синдром пателлофemorальной боли, KSS – Knee Society Score, SD – Standart deviation

Note: AKP – Anterior Knee Pain Syndrome, KSS – Knee Society Score, SD – Standard deviation

онный наклон надколенника составил в среднем $12,53 \pm 0,98^\circ$ (SD = 7,02), в то время как постоперационный наклон улучшился более чем в два раза – $5,5 \pm 0,25^\circ$ (SD = 1,08). Угол конгруэнтности надколенника также улучшился в среднем с $10,3 \pm 1,32^\circ$ (SD = 9,4) до $6,9 \pm 0,6^\circ$ (SD = 4,3). Изменения обоих значений как наклона, так и конгруэнтности были статистически значимы ($p < 0,001$). При интраоперационной оценке трекинга надколенника смещение отмечалось у 17 пациентов, наклон – у 28, вывих – у 6 (у 5 из которых была вальгусная деформация коленного сустава). Сгибание, разгибание коленного сустава в годичный период показали довольно хорошие значения – $179,72 \pm 0,89^\circ$ и $102,74 \pm 6,91^\circ$ соответственно.

В ранний постоперационный период у 3 (5,88 %) больных отмечалась гематома оперированного сустава, у 2 (3,92 %) – тромбоз глубоких вен нижней конечности (локализация – подколенная вена), у 2 (3,9 %) – поверхностная

инфекция области хирургического вмешательства. Все случаи были разрешены консервативно без каких-либо хирургических манипуляций. За период наблюдения 17,7 месяца случаев вывиха надколенника, аваскулярного некроза надколенника, признаков расшатывания импланта как бедренного, так и большеберцового и компонентов надколенника (линии просветления на границе «цемент-кость», «цемент-металл», «цемент-полиэтилен») не отмечалось. За весь период наблюдения случаев ревизионных вмешательств, летальных случаев, глубоких инфекционных осложнений не было.

Для прогнозирования интраоперационного смещения надколенника была использована модель множественной логистической регрессии на основе 24 предикторных переменных, из которых следующие семь были выбраны как наиболее значимые: предоперационный пателлофemorальный остеоартрит, боль в передней области колена, боль в боковой области колена,

тибиофemorальный угол, угол конгруэнтности надколенника, угол разгибания и сгибания коленного сустава. Было обнаружено, что модель является статистически значимой ($\chi^2 (7) = 64,18$, $p < 0,001$) и объясняет 51,2 % дисперсии при нарушении трекинга надколенника.

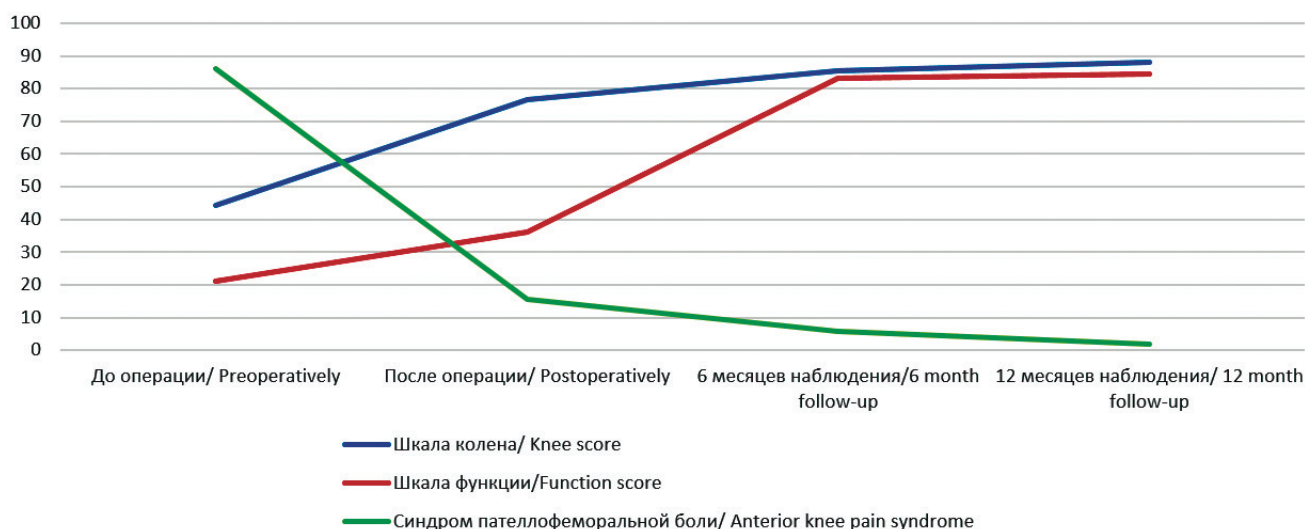
Результаты логистического регрессионного анализа показали, что три из семи предикторных переменных были сверхзначимыми (коэффициент детерминанты R^2 имел значения $\geq 0,49$) предикторами неправильного отслеживания надколенника. Этими переменными были предоперационный остеоартрит надколенника (боль в передней области коленного сустава) (OR = 3,12, 95% ДИ [1,23, 7,91], $p = 0,016$), угол конгруэнтности надколенника (OR = 2,89, 95% ДИ [1,40, 5,97], $p = 0,004$) и угол разгибания колена (OR = 0,91, 95% ДИ [0,84, 0,98], $p = 0,016$). Соотношение шансов при предоперационном пателлофemorальном остеоартрите показало, что у па-

Рисунок

Линейный график клинических и функциональных исходов за 12-месячный период

Figure

Line graph of clinical and functional outcomes over a 12-month period



циентов с этим заболеванием более чем в три раза чаще наблюдалось нарушение трекинга надколенника во время операции, чем у тех, у кого пателлофemorальный остеоартрит отсутствовал. Аналогичным образом соотношение шансов для угла конгруэнтности надколенника указывало на то, что у пациентов с большим углом почти в три раза чаще наблюдалась деформация надколенника, чем у пациентов с меньшим углом. С другой стороны, соотношение шансов для угла разгибания коленного сустава показало, что при каждом увеличении угла разгибания колена на один градус вероятность неправильного трекинга надколенника уменьшалась в 0,91 раза.

В то же время конечная модель регрессионного анализа показала, что другие четыре предикторные переменные (боль в передней части колена, боль в боковой области колена, тибеофemorальный угол и угол сгибания коленного сустава) не являлись значимыми для развития нарушения трекинга надколенника во время тотального эндопротезирования коленного сустава.

ОБСУЖДЕНИЕ

Несмотря на высокие показатели успешности, тотальное эндопротезирование коленного сустава, неправильное положение и нарушение трекинга надколенника являются распространенной про-

блемой, которая может привести к боли в передней области колена и ранним ревизионным вмешательствам [12, 13]. Нарушение трекинга надколенника может возникать по различным причинам, таким как недостаточный релиз мягких тканей, неправильное положение компонентов эндопротеза и предоперационное положение надколенника [14].

Положение надколенника является критическим фактором, определяющим успех тотального эндопротезирования коленного сустава. Надколенник должен располагаться по центру над бороздой бедренного компонента и плавно перемещаться по всему диапазону движений коленного сустава [15]. Однако в некоторых случаях надколенник может быть смещен латерально, наклонен или быть в состоянии вывиха/подвывиха, что приводит к повышению давления на боковую поверхность надколенника, и следовательно, появлению боли, нестабильности и преждевременному износу надколенникового компонента (в случаях с заменой надколенника) [10].

Результаты нашего исследования демонстрируют, что латеральный релиз ретинакулума является безопасным и эффективным методом коррекции неправильного положения и нарушения трекинга надколенника во время тотального эндопротезирования коленного сустава.

Исследуемая популяция включала 51 первичный случай тотального эндопротезирования коленного сустава, а период наблюдения составил в среднем 17,7 месяца. Функциональная оценка с использованием Оценки Общества Коленного Сустава (KSS) улучшилась почти в два раза как по функциональному показателю (fS), так и по шкале коленного сустава (kS). Предоперационные симптомы пателлофemorальной боли наблюдались у 86,2 % пациентов, после операции снизились до 15,6 % и сохранялись в течение всего периода наблюдения только у четырех пациентов (7,8 %), из которых в одном случае отмечалась умеренная боль в передней части колена при подъеме по лестнице, в то время как остальные жаловались только на дискомфорт. Таким образом, в аспекте частоты передних болей наши данные соответствуют данным Sensi L. и соавторов, описывающих до 8 % передних болей после тотального эндопротезирования коленного сустава, с той лишь разницей, что у пациентов женского пола у них наблюдались намного худшие функциональные результаты [16].

Результаты данного исследования показали, что среднее значение KSS значительно улучшилось после тотального эндопротезирования коленного сустава с латеральным релизом для коррекции интраоперационного нарушения трекинга

надколенника. Среднее значение шкалы KSS увеличилось с 44,2 до операции до 76,6 после операции и продолжало улучшаться через 6 (85,5) и 12 месяцев (88,1) после операции. Эти выводы согласуются с результатами, представленными в литературе. Так, в нескольких исследованиях сообщалось об улучшении функциональных результатов после тотального эндопротезирования коленного сустава с латеральным релизом для коррекции интраоперационного нарушения трекинга надколенника. Например, исследование Kusuma S.K. и соавторов показало, что тотальное эндопротезирование коленного сустава с латеральным релизом улучшило KSS с 47,2 до операции до 89,2 через 2 года после операции [17]. Аналогичным образом в исследовании Dong GC и соавторов сообщалось об улучшении KSS с 53,4 до операции до 87,1 через 18 месяцев после тотального эндопротезирования коленного сустава выполнением рутинного латерального релиза 71 пациенту, несмотря на наличие или отсутствие нарушения трекинга надколенника. Также авторы указывают, что латеральный релиз снижает частоту передних болей в коленном суставе, улучшает трекинг надколенника, не увеличивает частоту осложнений [8].

Частота осложнений составила 13,7 %, из них основную часть составила гематома (три пациента — 5,8 %), которая во всех случаях была асимптомной и разрешена без каких-либо инвазивных вмешательств. Наше исследование подтверждает данные Yong W. и соавторов, что после латерального релиза частота осложнений, связанных с релизом не повышается [18]. Также нужно учесть, что, по данным некоторых авторов [19, 20], частота образования гематомы различного объема может достигать 50 % случаев после рутинных тотальных эндопротезирований крупных суставов. У четырех пациентов (7,8 %) развилась поверхностная инфекция области хирургического вмешательства (2 пациента) и тромбоз глубоких вен нижней конечности (2 пациента). Стоит отметить, что в данных случаях не было отмечено развития

гематомы, что исключает факт связи развития этих осложнений с выполненным релизом.

В ходе настоящего исследования также изучалась взаимосвязь между различными прогностическими переменными и интраоперационным нарушением трекинга надколенника. Результаты логистического регрессионного анализа показали, что три из семи предикторов переменных были значимыми предикторами нарушения трекинга надколенника. Самыми значимыми прогностическими переменными были предоперационный пателлофemorальный остеоартрит, угол конгруэнтности надколенника и угол разгибания колена.

Вывод о том, что предоперационный пателлофemorальный остеоартрит является значимым предиктором нарушения трекинга надколенника, частично согласуется с предыдущими исследованиями, которые идентифицировали остеоартрит как фактор риска, приводящий к изменениям в мягкотканых структурах, мышечному дисбалансу, натяжению латерального ретинакула надколенника, росту остеофитов [21, 22], что в конечном итоге может привести к нарушению контакта «надколенник — бедренная кость», изменению площади контакта, увеличению ретропателлярного давления [23] и тем самым к неправильному положению и нарушению трекинга надколенника.

Стоит отметить, что и обратная связь между нарушением трекинга надколенника и развитием пателлофemorального артрита является очевидной [24]. Возможно, в нашем случае именно цепочка «нарушение кинематики надколенника — пателлофemorальный артрит — интраоперационное нарушение трекинга» является правильной. Будущие исследования должны быть направлены на изучение этой взаимосвязи более подробно, чтобы лучше понять роль и место пателлофemorального остеоартрита в нарушении трекинга надколенника.

Значительная связь между углом конгруэнтности надколенника и неправильным трекингом надколенника также подтверждает предыдущие исследования. Несколько авторов указывают на сильную

прогностическую связь между наклоном и/или смещением надколенника, вальгусной деформацией, наличием остеофитов в латеральной фасетке надколенника и необходимостью выполнения латерального релиза [25, 26]. Угол конгруэнтности надколенника отражает степень, в которой суставная поверхность надколенника совпадает с суставной поверхностью бедренной кости. Меньший угол конгруэнтности надколенника указывает на меньшую конгруэнтность между этими поверхностями, что может привести к аномальному трекингу надколенника. Вследствие этого практикующие ортопеды должны уделять пристальное внимание предоперационной подготовке, а именно рентгенографии в аксиальной проекции Merchant [27, 28] и углу конгруэнтности надколенника при обследовании пациентов.

Данные о том, что угол разгибания коленного сустава является важным предиктором нарушения трекинга надколенника, интересны и требуют дальнейшего изучения. Угол разгибания отражает угол между бедренной и большеберцовой костями, когда колено полностью разогнуто. Важно отметить, что при полном разгибании коленного сустава надколенник располагается немного латерально из-за наружной ротации большеберцовой кости. Предполагаемая величина медиального и латерального смещения составляет около 3 мм в каждом направлении. Когда коленный сустав сгибается, надколенник скользит медиально и центрируется внутри бедренной борозды. При разгибании коленного сустава от 45 градусов до 0 надколенник наклоняется медиально на 5-7 градусов по сравнению с наклоненным вбок положением, связанным с позицией бедренной борозды [29]. Возможно, что отклонения от нормального диапазона угла разгибания колена могут привести к изменениям в механизме трекинга надколенника и далее — к его разрушению.

Результаты этого исследования и литературные данные свидетельствуют о том, что тотальное эндопротезирование коленного сустава с латеральным релизом является

эффективным вариантом лечения пациентов с интраоперационным нарушением трекинга надколенника. Однако важно отметить, что безопасный релиз является технически сложной процедурой, требующей тщательной селекции пациента и навыка ортопеда-хирурга. Кроме того, имеются данные о том, что релиз связан с такими осложнениями, как нестабильность, перелом надколенника и отставание разгибательного механизма [30]. Хирург должен оценить степень латерального натяжения ретинакула и произвести релиз только в необходимом месте для исправления трекинга надколенника. Следовательно, важно тщательно учитывать риски и преимущества латерального релиза у пациентов с интраоперационным нарушением трекинга надколенника.

Ценность информации о вероятности и прогнозе смещения/нарушения трекинга надколенника может быть недооценена многими хирургами, выполняющими эндо-

протезирование, но полезна для специализированных клиник, которые занимаются высокой долей сложных первичных случаев тотального эндопротезирования коленного сустава. Эти данные могут помочь рационализировать распределение основных ресурсов, таких как компьютерные навигационные хирургические системы. Кроме того, наличие предварительных знаний о возможных проблемах, связанных с надколенником, может быть полезно в нынешнюю эпоху страховой медицины и отношений между врачом, пациентом и страховым агентом, поскольку такие процедуры не совсем безопасны, несмотря на то, что являются частью стандартной практики.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Нарушение трекинга надколенника — распространенная проблема, возникающая во время тотального эндопротезирования коленного сустава, которая может привести к боли в передней части колена и

нестабильности. Результаты исследования демонстрируют, что латеральный релиз ретинакула является безопасным и эффективным методом коррекции неправильного трекинга надколенника во время тотального эндопротезирования коленного сустава, обеспечивающим высокую удовлетворенность пациентов и значительное улучшение функциональных результатов и позицию надколенника.

Дальнейшие исследования могли бы оценить отдаленные результаты и сравнить латеральный релиз ретинакула с другими методами коррекции трекинга надколенника во время тотального эндопротезирования коленного сустава.

Информация о финансировании и конфликте интересов

Исследование не имело спонсорской поддержки.

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

- Varacallo M, Luo TD, Johanson NA. Total knee arthroplasty techniques. In: *StatPearls*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan.
- Ben-Shlomo Y, Blom A, Boulton C, Brittain R, Clark E, Dawson-Bowling S, et al. The National Joint Registry 19th Annual Report 2022. London: National Joint Registry, 2022 Oct.
- Beswick AD, Wylde V, Gooberman-Hill R, Blom A, Dieppe P. What proportion of patients report long-term pain after total hip or knee replacement for osteoarthritis? A systematic review of prospective studies in unselected patients. *BMJ Open*. 2012; 2(1): e000435. doi: 10.1136/bmjopen-2011-000435
- van Jonbergen HP, Scholtes VA, van Kampen A, Poolman RW. A randomised, controlled trial of circumpatellar electrocautery in total knee replacement without patellar resurfacing. *J Bone Joint Surg Br*. 2011; 93(8): 1054-1059. doi: 10.1302/0301-620X.93B8.26560
- Hofmann S, Seitlinger G, Djahani O, Pietsch M. The painful knee after TKA: a diagnostic algorithm for failure analysis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2011; 19(9): 1442-52. doi: 10.1007/s00167-011-1634-6
- Bourne RB, Chesworth BM, Davis AM, Mahomed NN, Charron KD. Patient satisfaction after total knee arthroplasty: who is satisfied and who is not? *Clin Orthop Relat Res*. 2010; 468(1): 57-63. doi: 10.1007/s11999-009-1119-9
- Kahlenberg CA, Nwachukwu BU, McLawhorn AS, Cross MB, Cornell CN, Padgett DE. Patient satisfaction after total knee replacement: a systematic review. *HSS J*. 2018; 14(2): 192-201. doi: 10.1007/s11420-018-9614-8
- Zha GC, Sun JY, Dong SJ. Less anterior knee pain with a routine lateral release in total knee arthroplasty without patellar resurfacing: a prospective, randomized study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2014; 22(3): 517-525. doi: 10.1007/s00167-013-2789-0
- King JJ 3rd, Chakravarty R, Cerny DL, Black A, Johanson NA. Decreased ratios of lateral to medial patellofemoral forces and pressures after lateral retinacular release and gender knees in total knee arthroplasty. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2013; 21(12): 2770-2778. doi: 10.1007/s00167-012-2200-6
- Anglin C, Ho KC, Briard JL, de Lambilly C, Plaskos C, Nodwell E, et al. In vivo patellar kinematics during total knee arthroplasty. *Comput Aided Surg*. 2008; 13(6): 377-391. doi: 10.3109/10929080802594563
- Cho WS, Woo JH, Park HY, Youm YS, Kim BK. Should the 'no thumb technique' be the golden standard for evaluating patellar tracking in total knee arthroplasty? *Knee*. 2011; 18(3): 177-179. doi: 10.1016/j.knee.2010.04.009
- Narkbunnam R, Electricwala AJ, Huddleston JI 3rd, Maloney WJ, Goodman SB, Amanatullah DF. Suboptimal patellofemoral alignment is associated with poor clinical outcome scores after primary total knee arthroplasty. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2019; 139(2): 249-254. doi: 10.1007/s00402-018-3073-z
- Assiotis A, To K, Morgan-Jones R, Pengas IP, Khan W. Patellar complications following total knee arthroplasty: a review of the current literature. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2019; 29(8): 1605-1615. doi: 10.1007/s00590-019-02499-z
- Motsis EK, Paschos N, Pakos EE, Georgoulis AD. Review article: Patellar instability after total knee arthroplasty. *J Orthop Surg (Hong Kong)*. 2009; 17(3): 351-357. doi: 10.1177/230949900901700322
- Donell S. Patellar tracking in primary total knee arthroplasty. *EFORT Open Rev*. 2018; 3(4): 106-113. doi: 10.1302/2058-5241.3.170036
- Sensi L, Buzzi R, Giron F, De Luca L, Aglietti P. Patellofemoral function after total knee arthroplasty: gender-related differences. *J Arthroplasty*. 2011; 26(8): 1475-1480. doi: 10.1016/j.arth.2011.01.016
- Kusuma SK, Puri N, Lotke PA. Lateral retinacular release during primary total knee arthroplasty: effect on outcomes and complications. *J Arthroplasty*. 2009; 24(3): 383-390. doi: 10.1016/j.arth.2007.11.004

18. Wang Y, Sun JY, Zha GC. Results of lateral retinacular release plus circumapatellar electrocautery in total knee arthroplasty without patellar resurfacing. *J Knee Surg*. 2017; 30(3): 212-217. doi: 10.1055/s-0036-1584191
19. Pachowsky M, Gusinde J, Klein A, Lehl S, Schulz-Drost S, Schlechtweg P, et al. Negative pressure wound therapy to prevent seromas and treat surgical incisions after total hip arthroplasty. *Int Orthop*. 2012; 36(4): 719-722. doi: 10.1007/s00264-011-1321-8
20. Nichols CI, Vose JG. Clinical outcomes and costs within 90 days of primary or revision total joint arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2016; 31(7): 1400-1406.e3. doi: 10.1016/j.arth.2016.01.022
21. Kobayashi S, Pappas E, Fransen M, Refshauge K, Simic M. The prevalence of patellofemoral osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis. *Osteoarthritis Cartilage*. 2016; 24(10): 1697-1707. doi: 10.1016/j.joca.2016.05.011
22. Kiel J, Kaiser K. Patellofemoral arthritis. In: *StatPearls*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan.
23. Ghosh KM, Merican AM, Iranpour F, Deehan DJ, Amis AA. The effect of overstuffing the patellofemoral joint on the extensor retinaculum of the knee. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2009; 17(10): 1211-1216. doi: 10.1007/s00167-009-0830-0
24. Kim YM, Joo YB. Patellofemoral osteoarthritis. *Knee Surg Relat Res*. 2012; 24(4): 193-200. doi: 10.5792/ksrr.2012.24.4.193
25. Chia SL, Merican AM, Devadasan B, Strachan RK, Amis AA. Radiographic features predictive of patellar maltracking during total knee arthroplasty. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2009; 17(10): 1217-1224. doi: 10.1007/s00167-009-0832-y
26. Rajkumar N, Soundarrajan D, Dhanasekaran P, Rajasekaran S. Pre-operative radiological parameters. Predicting the need for lateral retinacular release in total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2019; 34(12): 2925-2930. doi: 10.1016/j.arth.2019.07.033
27. Gharaibeh MA, Monk E, Chen DB, MacDessi SJ. Evaluation of the patellofemoral joint in total knee arthroplasty: Validation of the weight bearing merchant radiographic view. *Knee*. 2018; 25(6): 1262-1271. doi: 10.1016/j.knee.2018.08.009
28. Chon J, Jeon T, Yoon J, Jung D, An CH. Influence of patellar tilt angle in merchant view on postoperative range of motion in posterior cruciate ligament-substituting fixed-bearing total knee arthroplasty. *Clin Orthop Surg*. 2019; 11(4): 416-421. doi: 10.4055/cios.2019.11.4.416
29. Loudon JK. Biomechanics and pathomechanics of the patellofemoral joint. *Int J Sports Phys Ther*. 2016; 11(6): 820-830.
30. DeBell H, Pinter Z, Pinto M, Bergstresser S, Lee S, de Cesar Netto C, et al. Vascular supply at risk during lateral release of the patella during total knee arthroplasty: a cadaveric study. *J Clin Orthop Trauma*. 2019; 10(1): 107-110. doi: 10.1016/j.jcot.2017.11.009

Сведения об авторах:

Каримов М.Ю., д.м.н., профессор, заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и ВПХ, Ташкентская медицинская академия, г. Ташкент, Узбекистан

Мадрахимов С.Б., аспирант кафедры травматологии, ортопедии и ВПХ, Ташкентская медицинская академия, г. Ташкент, Узбекистан

Адрес для переписки:

Каримов Муродулло Юлдашевич, Шайхантахурский район, массив Гулабад, 15-24, г. Ташкент, Республика Узбекистан, 100020
Тел: + 7 (998) 90 959 8616
E-mail: m.karimov@mail.ru

Статья поступила в редакцию: 11.05.2023

Рецензирование пройдено: 25.05.2023

Подписано в печать: 01.06.2023

Information about authors:

Karimov M.Yu., MD, PhD, professor, chief of department of traumatology, orthopedics and military field surgery, Tashkent Medical Academy, Tashkent, Uzbekistan.

Madrahimov S.B., postgraduate of department of traumatology, orthopedics and military field surgery, Tashkent Medical Academy, Tashkent, Uzbekistan.

Address for correspondence:

Karimov Murodulla Yuldashevich, Shaykhantakhur region, massif Gulabad, 15-24, Tashkent, the Republic of Uzbekistan, 100020
Tel: + 7 (998) 90 959 8616
E-mail: m.karimov@mail.ru

Received: 11.05.2023

Review completed: 25.05.2023

Passed for printing: 01.06.2023



ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ ПАЦИЕНТОВ С ПОВЫШЕННЫМ ИНДЕКСОМ МАССЫ ТЕЛА ПРИ ТРАВМЕ ПРОКСИМАЛЬНОГО ОТДЕЛА БЕДРЕННОЙ КОСТИ

SURGICAL TREATMENT OF PATIENTS WITH INCREASED BODY MASS INDEX IN PROXIMAL FEMURAL INJURY

Хань Х.Ч. Хань Х.Ч.
Ахтямов И.Ф. Akhtyamov I.F.

Народная больница провинции Шаньси, г. Тайюань, Китай,
ФГБОУ ВО Казанский ГМУ Минздрава России, г. Казань, Россия

Лечение пострадавших с вертельными переломами проксимального отдела бедренной кости в большинстве случаев принято проводить методом блокируемого интрамедуллярного остеосинтеза. Достаточно предсказуемый исход, возможность относительно ранней нагрузки на конечность сделали его методом выбора в проекте отечественных рекомендаций по лечению столь частой травмы. Проблемным вопросом применения интрамедуллярного остеосинтеза остается коморбидный фон пациента, а в частности, сопутствующее ожирение.

Цель – оценить клинично-функциональные исходы и качество жизни пациентов с повышенным индексом массы тела при внесуставных переломах проксимального отдела бедренной кости типов 31A_{1,2,3} по классификации AO/ASIF при изменении тактики хирургического лечения.

Материал и методы. В исследовании проведен проспективный анализ результатов лечения 181 пациента с внесуставными переломами проксимального отдела бедренной кости. Объектами исследования стали пациенты с нормальным и повышенным индексом массы тела (ИМТ), которые были разделены на две группы в зависимости от метода хирургического лечения (блокируемый интрамедуллярный остеосинтез либо эндопротезирование тазобедренного сустава) с последующей оценкой результатов лечения в динамике. Дополнительно выделяли подгруппы пациентов в зависимости от величины ИМТ. В работе использованы клинические, лабораторные, лучевые, статистические методы исследования, результаты которых были проанализированы с позиции принципов доказательной медицины.

Результаты. В результате анализа стационарного этапа лечения отмечена тенденция к возрастающей (на 14,8 %) продолжительности времени от травмы непосредственно до оперативного вмешательства, более длительному проведению остеосинтеза (на 5,1 %) и соответствующей интраоперационной кровопотере (на 4 %), а также больший срок пребывания в стационаре (на 10,4 %) пациентов с повышенным ИМТ (в пределах 25-40 кг/м²) при приоритетном применении блокируемого интрамедуллярного остеосинтеза в сравнении таковыми показателями у пострадавших с нормальными весовыми характеристиками.

Клинично-функциональные показатели по шкале Харрис достигли через год после эндопротезирования тазобедренного сустава 86,54

Treatment of patients with trochanteric fractures of the proximal femur in most cases is usually carried out by the method of locked intramedullary osteosynthesis. A fairly predictable outcome and the possibility of a relatively early load on the limb made it becomes the method of choice in the national recommendations for the treatment of such a frequent injury. The problematic issue in the use of intramedullary osteosynthesis remains the comorbid background of the patient, particularly in the concomitant obesity.

Objective – to assess the clinical and functional outcomes and quality of life of patients with an increased body mass index in extra-articular fractures of the proximal femur of types 31A_{1,2,3} according to the AO/ASIF classification with a change in the tactics of surgical treatment.

Materials and methods. The study included a prospective analysis of the results of treatment of 181 patients with extra-articular fractures of the proximal femur. The objects of the study were patients with normal and elevated body mass index (BMI), who were divided into two groups depending on the method of surgical treatment (locked intramedullary osteosynthesis or hip arthroplasty) with subsequent evaluation of treatment results over time. Additionally, subgroups of patients were identified depending on the BMI value. The work used clinical, laboratory, radiation and statistical research methods, the results of which were analyzed from the standpoint of the principles of evidence-based medicine.

Results. As a result of the analysis of the inpatient stage of treatment, there was a tendency to increase (by 14.8 %) in the duration of time from injury immediately before surgery, longer osteosynthesis (by 5.1 %) and corresponding intraoperative blood loss by 4 %, as well as a longer stay in the hospital (by 10.4 %) in patients with increased BMI (within 25-40 kg/m²) with priority use of locked intramedullary osteosynthesis in comparison with in patients with normal weight and height characteristics.

Clinical and functional indicators on the Harris scale reached 86.54 points a year after hip arthroplasty, and the quality of life increased up to 90.26 points on SF-36.



Для цитирования: Хань Х.Ч., Ахтямов И.Ф. ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ ПАЦИЕНТОВ С ПОВЫШЕННЫМ ИНДЕКСОМ МАССЫ ТЕЛА ПРИ ТРАВМЕ ПРОКСИМАЛЬНОГО ОТДЕЛА БЕДРЕННОЙ КОСТИ //ПОЛИТРАВМА / POLYTRAUMA. 2023. № 2, С. 53-63.

Режим доступа: <http://poly-trauma.ru/index.php/pt/article/view/457>

DOI: 10.24412/1819-1495-2023-2-53-63

балла, а повышение качества жизни – до 90,26 балла по шкале SF-36.

Средние клинико-функциональные результаты по шкале Харрис через год после операции не превысили $76,1 \pm 1,66$ балла (удовлетворительный результат). Эффективность артропластики у этой группы пациентов выше на 5,2 %, при этом продолжительность самого оперативного вмешательства и количество осложнений на стационарном этапе лечения оказались практически равнозначны.

Значительный прирост характерен в динамике показателей качества жизни на сроке год после выписки из стационара: минимальный в разделе «SF-36 Социальные аспекты» (от 50-52 %) и практически двукратный в разделе «SF-36 Общий» (от 186 до 191,9 %).

Выводы. Артропластика как альтернативный метод лечения обеспечивает раннюю полноценную нагрузку на травмированную конечность и реабилитацию пострадавших с повышенным индексом массы тела. Сопутствующее морбидное ожирение можно отнести к относительным противопоказаниям проведения неотложного блокируемого интрамедуллярного остеосинтеза у пациентов при внесуставных переломах проксимального отдела бедренной кости.

Ключевые слова: перелом проксимального отдела бедренной кости; остеосинтез; эндопротезирование тазобедренного сустава; интрамедуллярная фиксация; ожирение

The average clinical and functional results on the Harris scale one year after the operation did not exceed 76.1 ± 1.66 points (satisfactory result). The effectiveness of arthroplasty in this group of patients was higher by 5.2 %, while the duration of the surgical intervention and the number of complications at the inpatient stage of treatment were almost equivalent.

A significant increase is typical in the dynamics of quality of life indicators for a period of one year after discharge from the hospital: the minimum in the section «SF-36 Social aspects» (from 50-52 %) and almost twofold in the section «SF-36 General» (from 186 to 191.9 %).

Conclusion. Arthroplasty as an alternative method of treatment provides an early full load on the injured limb and rehabilitation of victims with an increased body mass index. Concomitant morbid obesity can be attributed to relative contraindications for emergency locked intramedullary osteosynthesis in patients with extra-articular fractures of the proximal femur.

Key words: fracture of the proximal femur; osteosynthesis; endoprosthesis of the hip joint; intramedullary fixation; obesity

Переломы проксимального отдела составляют половину всех повреждений бедренной кости и 3-4 % среди всех травм скелета [1-3]. Подобные переломы характерны для людей пожилого возраста, особенно при комбинированном остеопорозе, даже при низкоэнергетических травмах [4]. Специально спланированные популяционные исследования показали высокую частоту переломов проксимального отдела бедренной кости у пациентов в возрасте 50 лет и старше: 176 случаев на 100 тыс. населения у мужчин и 279 случаев на 100 тыс. населения у женщин [5, 6]. Переломы проксимального отдела бедренной кости с большой вероятностью приводят к нарушению опорной функции, снижению качества жизни, а в тяжелых случаях – к развитию осложнений, угрожающих жизни пациента [7].

Начало XXI века отмечено бурным ростом как числа людей старшего возраста, так и страдающих избыточным весом, причем эта тенденция характерна в первую очередь для высокоразвитых стран [8]. Избыточный вес имеют в мире 1,5 млрд человек и, отмечая многочисленные проблемы, связанные с ожирением, следует обратить внимание на четкую взаимосвязь между весоростовыми нарушениями и патологией опорно-двигательной системы [9, 10]. На фоне ожирения

происходит видимое «омоложение» основной возрастной категории пациентов, страдающих заболеваниями, в том числе подверженных повреждениям скелета. Избыточная масса тела снижает возможности консервативного лечения и часто приводит относительно молодых пациентов к необратимости радикальных хирургических вмешательств [11, 12].

Хирургическое лечение пациентов при внесуставных переломах проксимального отдела бедра считается методом выбора. Наиболее часто для остеосинтеза используют внутренние фиксаторы, включая динамический бедренный винт, блокируемый интрамедуллярный остеосинтез стержнями типа Гамма. Принято, что при относительно стабильных переломах проксимального отдела бедренной кости можно рассматривать различные варианты фиксации [13, 14], а при нестабильных предпочтение отдается интрамедуллярной фиксации из-за ее лучших биомеханических характеристик и широкого рассеивания напряжения в кости [15]. Пожилые пациенты, как правило, страдают тяжелым остеопорозом и склонны к неэффективности остеосинтеза при использовании устройств внутренней фиксации [16, 17], что приводит к необходимости повторного вмешательства. Возникающие сложности увеличивают физиче-

скую, психологическую и финансовую нагрузку на пациента, поэтому все больше хирургов-ортопедов первично используют эндопротезирование для лечения внесуставных переломов проксимального отдела бедра у пожилых людей [18].

Эндопротезирование тазобедренного сустава на сегодня является более устоявшейся хирургической процедурой при переломах проксимального отдела бедра, позволяющей пострадавшим раньше встать на ноги и приступить к реабилитации, по сравнению с вариантами остеосинтеза, что дополнительно снижает риск развития различных послеоперационных осложнений [19-22]. Замена сустава дает возможность пациенту активно передвигаться, устраняет болевой синдром и сокращает продолжительность пребывания в медицинской организации [23-25]. Эндопротезирование может быть использовано как метод восстановительного хирургического лечения, когда варианты внутренней фиксации не привели к нужным результатам. По данным ряда исследований, доля пациентов с ожирением среди перенесших эндопротезирование тазобедренного сустава составляет 36-70 %, причем этот показатель в последние годы неуклонно растет [8].

Ожирение 3-4 степени является относительным противопоказа-

нием к хирургическому лечению пациентов с патологией крупных суставов, а ожирение 1-2 степени рассматривают как отягчающий фактор в связи с высокой механической нагрузкой на имплантат. Однако количество исследований, посвященных данной проблеме незначительно из-за недостаточной обоснованности выбора метода лечения: остеосинтез или эндопротезирование, особенно у пострадавших с сопутствующей патологией и на фоне ожирения [26, 27].

Цель исследования — оценить клиничко-функциональные исходы и качество жизни пациентов с повышенным индексом массы тела при внесуставных переломах проксимального отдела бедренной кости типов 31A_{1, 2, 3} по классификации АО/ASIF при изменении тактики хирургического лечения.

ДИЗАЙН, МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследовании проведен проспективный анализ результатов лечения 181 пострадавшего с внесуставными переломами проксимального отдела бедренной кости. Набор пациентов был сплошной (согласно критериям).

Критерии включения пациентов в исследование:

- наличие закрытого рентгенологически подтвержденного внесуставного перелома проксимального отдела бедренной кости. Тип перелома 31A_{1, 2, 3} по классификации АО-ASIF;
- риск ASA—I-III;
- оперативное лечение пострадавшего с травмой проксимального отдела бедренной кости с использованием метода блокируемого интрамедуллярного остеосинтеза или эндопротезирования тазобедренного сустава.

Критерии исключения: пострадавшие моложе 60 лет; внутрисуставный перелом бедра; риск по ASA > III.

Период наблюдения пациентов включал стационарный этап (время нахождения в клинике после травмы), а в дальнейшем — амбулаторный этап лечения, который анализировался по данным контрольных осмотров на сроке три, шесть месяцев и год после вмешательства, что

соответствовало периоду полноценной реабилитации пациента.

Исследование было одобрено Локальным этическим комитетом при ФГБОУ ВО Казанский ГМУ Минздрава России.

В нашем исследовании наблюдали 104 пациента (далее — группа БИОС) с внесуставными переломами проксимального отдела бедренной кости, которым был проведен остеосинтез блокируемыми интрамедуллярными штифтами, и 77 пациентов с подобными же переломами, прошедших лечение методом эндопротезирования тазобедренного сустава (далее — группа ЭТБС).

Для определения физических кондиций пациентов мы изначально рассчитали индивидуальный индекс массы тела (ИМТ). Классификация пациентов проведена в соответствии с критериями Всемирной организации здравоохранения, которая выделяет пять категорий в зависимости от весоростовых характеристик: ИМТ = масса тела/рост² (кг/м²):

- нормальный вес — 18,5-24,9 кг/м²,
- избыточный вес — 25-29,9 кг/м²,
- ожирение I типа — 30-34,9 кг/м²,
- ожирение II типа — 35-39,9 кг/м²,
- ожирение III типа (морбидное ожирение) — больше или равно 40 кг/м².

Характеристика пациентов группы исследования

Пострадавшие от 60 до 93 лет (средний возраст составил 77,67 ±

17,77 года) были разделены на две группы в зависимости от способа хирургического лечения. В группу БИОС (интрамедуллярный остеосинтез блокируемыми штифтами) включено всего 104 наблюдения, из которых было 28 мужчин (26,9 %) и 76 женщин (73,1 %).

Внутри группы были сформированы две подгруппы: основная, куда был включен 71 пострадавший (68,3 %) с повышенным ИМТ (от 25 до 46,2 кг/м²), и подгруппа сравнения — из 33 пациентов (31,7 %) с нормальным весом (ИМТ от 18,5 до 24,99 кг/м²). Средний возраст наблюдаемых в основной подгруппе составил 78,6 ± 7,63 года, а в подгруппе сравнения — 75,72 ± 7,81 года.

Внутри основной подгруппы, группы БИОС были сформированы четыре категории ОС (остеосинтеза), куда вошли пациенты согласно градации ИМТ (табл. 1).

Группа ЭТБС состояла из 77 пострадавших, среди которых было 11 мужчин (14,3 %) и 66 женщин (85,7 %). Средний возраст пациентов составил 82,69 ± 5,10 года.

Внутри группы ЭТБС были сформированы две подгруппы: в основную включены 50 пациентов (64,9 %) с повышенным ИМТ, в подгруппу сравнения — 27 пациентов (35,1 %) с нормальным весом (ИМТ от 18,5 до 24,99 кг/м²). Средний возраст наблюдаемых в основной группе составил 83,2 ±

Таблица 1
Распределение пациентов группы БИОС по половой принадлежности и ИМТ
Table 1
Distribution of patients in the LIOS group by gender and BMI

Подгруппы по ИМТ (кг/м ²) Subgroups by BMI (kg/m ²)		Мужчины Men		Женщины Women		Всего Total	
		абс. abs.	%	абс. abs.	%	абс. abs.	%
Норма Reference	18.5-24.9	11	10.6	22	21.2	33	31.8
I категория ОС Category I of OS	25-29.9	7	6.7	12	11.5	19	18.2
II категория ОС Category II of OS	30-34.9	7	6.7	12	11.5	19	17.2
III категория ОС Category III of OS	35-39.9	2	2	21	20.2	23	22.2
IV категория ОС Category IV of OS	40 и более 40 and more	1	0.9	9	8.7	10	10.6
Итого / Total		28	26.9	76	73.1	104	100

5,1 года, а в группе сравнения — $81,8 \pm 5,1$ года.

Внутри основной подгруппы были сформированы четыре категории ЭП (эндопротезирования), куда вошли пострадавшие согласно ИМТ (табл. 2).

Предоперационные характеристики исследуемых групп, такие как возраст, пол, время от травмы до операции и сторона повреждения пациента, представлены в таблице 3.

Данные статистического сравнения показывают, что операцию выполняли пациентам практически равной возрастной категории. Достоверность статистического различия составила $p = 0,02$. ИМТ в группе БИОС ($n = 104$) составил $29,8 \pm 7,3$, а в группе ЭТБС ($n = 77$) — $29,5 \pm 7,4$, показатель незначимый. Относительная разница в возрасте объясняется отбором более возрастных пострадавших (как одного из ряда критериев) на артропластику.

В группе БИОС средний срок оказания хирургической помощи составил $2,7 \pm 1,49$ суток от момента поступления. В группе ЭТБС средний срок первичного вмешательства — $3,22 \pm 1,67$ суток от момента поступления.

Сроки ожидания оперативного вмешательства в этой группе были достоверно выше, чем в группе БИОС. Дело в том, что существующее положение в клинике обуславливает проведение операции эндопротезирования в дневное время специализированной бригадой, в то время как остеосинтез бедренной кости вполне может быть выполнен бригадой травматологов во время дежурства.

Оценка жизненно важных показателей пострадавших и их коррекция до приемлемых величин проводилась в отделении интенсивной терапии, куда в обязательном порядке поступали все пожилые пациенты с рассматриваемой травмой.

Сопутствующие заболевания при поступлении присутствовали практически у каждого из пострадавших. Они были разнообразны, хотя чаще встречались сердечно-сосудистые заболевания по подгруппам в группе БИОС (72-78,8 %) и

Таблица 2
Распределение пациентов группы ЭТБС по полу и ИМТ
Table 2
Distribution of patients in hip arthroplasty (HA) group by sex and BMI

Подгруппы по ИМТ (кг\м²) Subgroups by BMI (kg\m²)		Мужчины Men		Женщины Women		Всего Total	
		абс. abs.	%	абс. abs.	%	абс. abs.	%
Норма Reference	18.5-24.9	3	3.9	24	31.2	27	35.1
I категория ОС Category I of OS	25-29.9	2	2.6	15	19.5	17	22.1
II категория ОС Category II of OS	30-34.9	1	1.3	8	10.4	9	11.7
III категория ОС Category III of OS	35-39.9	4	5.1	12	15.6	16	20.7
IV категория ОС Category IV of OS	40 и более 40 and more	1	1.3	7	9.1	8	10.4
Итого / Total		11	14.3	66	85.7	77	100

Таблица 3
Сравнение характеристик двух групп исследования до оперативного вмешательства
Table 3
Comparison of the characteristics of the two study groups before surgery

Показатель Index	БИОС LIOS	ЭТБС HA	p-value
N (%)	104 (57.5 %)	77 (42.5 %)	-
Средний возраст /Mean age	77.67 ± 17.77	82.69 ± 5.10	0.001*
Пол (мужской/женский Sex (male/female))	33/82	16/99	0.041*
Время от травмы до операции (дни) Time from injury to surgery (days)	2.7 ± 1.49	3.22 ± 1.67	0.02*
Сторона поражения (левая/правая) Injured side (left/right)	49/55	46/31	0.092

группе ЭТБС (70-91 %). К таковым мы в первую очередь отнесли ишемическую болезнь сердца и гипертоническую болезнь.

Практически в каждой категории сопутствующих хронических заболеваний преобладали пациенты из подгрупп с повышенным ИМТ и ожирением, однако, сопоставляя показатели в группах, существенных различий в коморбидном фоне мы не выявили.

Оценка состояния пострадавших при внесуставных переломах проксимального отдела бедренной кости

В приемном отделении клиники проводили стандартный опрос пациента с выяснением жалоб, деталей и механизма полученной травмы, анамнеза жизни и наличия сопутствующего коморбидного фона,

оценку риска по ASA. Выполняли фронтальную и аксиальную рентгенографию поврежденного бедра с захватом тазобедренного сустава. В 119 случаях использовано КТ + 3D-реконструкция проксимального отдела бедренной кости. Следует отметить, что в клинике принято за правило выполнение РКТ всем пациентам с внутрисуставными переломами крупных суставов.

Пострадавшим при поступлении в клинику накладывали систему скелетного вытяжения на пораженной нижней конечности на фоне обезболивания либо деротационный сапожок. После уточнения диагноза пострадавшего переводили в палату интенсивной терапии, согласно принятому в клинике регламенту.

Пациенту проводили лабораторные исследования крови (гематоло-

гический и биохимический анализы крови, оценивали содержание электролитов, а также оценивали свертывающую систему крови). Оценивали общий анализ мочи. Дополнительными методами исследования явились рентгенография органов грудной клетки, ЭКГ, УЗИ сердца, сосудов нижних конечностей. Доплерографию с цветным картированием нижних конечностей выполняли пациентам до вмешательства и на этапах исследования.

При наличии хронических заболеваний пострадавшего консультировали профильные специалисты, а также анестезиолог для оценки степени риска по шкале Американского общества анестезиологов (ASA). Следует подчеркнуть, что пациенты с внесуставными переломами проксимального отдела бедренной кости поступали в отделение интенсивной терапии при показателях, характеризующих риск по ASA от I до V, однако проводимая подготовка позволила приступить к операции при показателях степени риска не выше III.

В качестве интраоперационного обезболивания в подавляющем большинстве случаев использовали нейроаксиальную блокаду. Подготовка пациента к оперативному лечению при внесуставных переломах проксимального отдела бедренной кости проводилась в пределах от 6 часов до двух суток при планировании остеосинтеза и до 4 суток при первичной артропластике.

Прицельно изучали интраоперационную кровопотерю и продолжительность оперативного пособия. В постоперационном периоде оценивали объем скрытой и общей (совокупной) кровопотери, а также динамику показателей красной крови у каждого из пострадавших. Общий анализ крови проводили на следующий и на третий день после операции.

Соответствующие исследования показали, что уровень гемоглобина у пациентов с внесуставными переломами проксимального отдела бедренной кости после проведения остеосинтеза или артропластики, как правило, оставался на приемлемом уровне через три дня после операции, что дублировали известные публикации по теме

Smith G.H. et al. (2011). Для расчета скрытой кровопотери мы использовали метод гемоглобинового баланса. В случаях необходимости восполняли объем циркулирующей крови путем трансфузий элементов крови.

Для оценки болевого синдрома использована визуальная аналоговая шкала боли (VAS/ВАШ, см) при поступлении, после оперативного вмешательства ежедневно до выписки из стационара и на контрольных осмотрах.

Для оценки функции тазобедренного сустава обеих групп на сроке 6 и 12 месяцев после операции использовали шкалу Харриса (HHS) (1969) на основе оценки четырех основных критериев: боли, функции, деформации и амплитуды движений.

Качество жизни пациентов изучалось согласно результатам опросника SF-36 адаптированной для использования в РФ компьютерной версии программы. Этапами сравнения показателей явились период выписки пострадавшего из стационара после оперативного лечения, 6 месяцев и год после выписки как периоды завершения ранней и полноценной реабилитации пациента.

Осложнения в виде тромбоза глубоких вен нижних конечностей, замедленного сращения переломов, нестабильности элементов эндопротеза и интрамедуллярного остеосинтеза, пролежней и других осложнений, возникавших в этих двух группах исследования, сравнивали на этапах наблюдения.

Хирургическое лечение 181 пострадавшего с внесуставными переломами проксимального отдела бедренной кости (по классификации АО/ASIF — 31A_{1, 2, 3}) проведено двумя основными методиками:

- блокируемый интрамедуллярный остеосинтез бедренной кости — 104 случая;
- эндопротезирование тазобедренного сустава — 77 случаев тотальной замены сустава цементруемыми имплантатами.

Технология остеосинтеза не зависела от ИМТ пациента и была однотипной. Ситуация с выбором варианта эндопротезирования зависела от весовых характеристик пострадавшего.

Основными критериями выбора метода хирургического лечения явились:

- общее состояние пациента при поступлении в клинику;
- вид перелома и состояние костной ткани вертельной области бедренной кости;
- возраст и физическая активность пострадавшего до травмы;
- анализ сопутствующей патологии, в т.ч. наличие коксартроза на стороне повреждения;
- весоростовые характеристики пациента.

В ходе предоперационной подготовки пациента начинали мероприятия, связанные с профилактикой застойных осложнений: активизацию и обработку кожи пациента с целью предотвращения развития пролежней, дыхательную гимнастику. Тромбопрофилактика заключалась в сочетанном использовании прямых и непрямых методов, в частности эластичного трикотажа, прямых антикоагулянтов (инъекционных и пероральных), а также метода нейростимуляции мышц нижних конечностей. Профилактику инфекционных осложнений начинали при поступлении пострадавшего в палату интенсивной терапии и заканчивали непосредственно перед операцией (за 30-60 минут) цефалоспорином I-II поколения.

Итоговое решение о возможности проведения вмешательства и выбор варианта обезболивания принимали в содружестве с анестезиологом.

Показаниями к проведению блокируемого интрамедуллярного остеосинтеза в нашем исследовании явились случаи внесуставных переломов проксимального отдела бедренной кости (тип 31A_{1,2,3}) у пациентов с возраста 60 лет в случаях нормальных весоростовых характеристик (ИМТ до 24,9 кг/м²) и превышающих норму в пределах ИМТ 25-40 кг/м², при отсутствии явлений остеопороза и с возможностью передвижения как по дому, так и за его пределами, то есть функционально активных. В ряде случаев провести блокируемый интрамедуллярный остеосинтез было крайне затруднительно, поскольку установке внешней направляющей

системы мешали объемные мягкие ткани бедра.

Первичное тотальное эндопротезирование мы выполняли пострадавшим старше 65 лет в случаях сочетания внесуставных переломов проксимального отдела бедренной кости с коксартрозом (II-IV стадий) поврежденной конечности, при наличии остеопороза, что определялось по сравнительной толщине кортикального слоя на рентгенограммах проксимального отдела бедренной кости, и пациентам с весом более 100 кг.

При равных с остеосинтезом возможностях восстановления функции эндопротезирование обладает существенным достоинством — снижает риски послеоперационных застойных осложнений. Преимущество эндопротезирования тазобедренного сустава состоит в том, что появляется возможность ранней активизации и ходьбы для пациента с первых дней после операции при полной нагрузке на травмированную конечность.

Необходимость максимально ранней и полноценной реабилитации — одна из важнейших составляющих излечения пострадавших с высоким ИМТ при внесуставных переломах проксимального отдела бедренной кости. В ходе выполнения ЭТБС при подготовке ложа для установки тазового компонента мы использовали авторский Ограничитель мягких тканей (Патент РФ № 185782, опублик. 27.07.2018 г.) [28], позволяющий облегчить работу хирургической бригады. Преимущество данного инструмента заключается в максимальной ретракции большого объема мягких тканей за счет наличия дугообразной рамки с минимальной их травматизацией, без участия ассистента (рис.).

С целью оптимизации профилактики послеоперационного болевого синдрома мы применили авторский «Способ профилактики болевого синдрома после вмешательства на тазобедренном суставе» (Патент РФ на изобретение № 2702759, опублик. 11.10.2019 г.) [29] в рамках комплексного мультимодального послеоперационного обезболивания. Задачей нашей разработки является профилактика послеопе-

рационных осложнений при вмешательстве на тазобедренном суставе, снижение дозировки обезболивающих опиоидных препаратов, имеющих токсическое воздействие на организм пожилых пациентов. Непосредственно после операции производили однократные инъекции смеси растворов глюкокортикостероида длительного действия (Триамцинолон по 20 мг) и анестетика (Лидокаин 2%-ный — 2,0) в проекцию обоих крестцово-подвздошных сочленений. Глюкокортикостероиды (ГКС) являются адаптивными гормонами, повыша-

ющими устойчивость организма к стрессу.

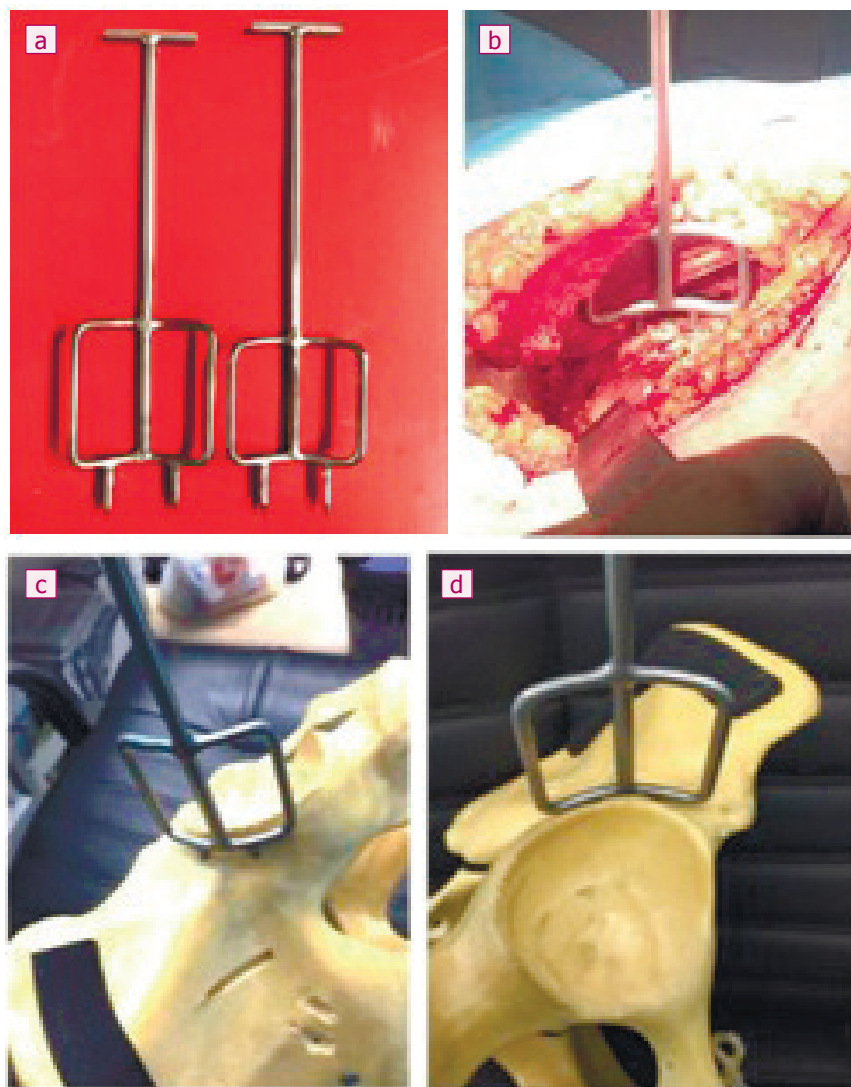
Далее пациента переводили в отделение, где он стандартно находился на постельном режиме до утра следующего дня с последующей вертикализацией и началом реабилитационных мероприятий. Пациенту назначалась антикоагулянтная профилактика и системная обезболивающая терапия в сочетании НПВП (Ацеклофенак по 100 мг два раза в сутки) и миорелаксанта (Мидокалм по 150 мг три раза в сутки) при необходимости купирования болевого синдрома.

Рисунок

Ограничитель мягких тканей: а) внешний вид двух вариантов исполнения; б) размещение ограничителя в операционной ране при артропластике; в), d) его расположение на муляже подвздошной кости

Figure

Soft tissue limiter: a) appearance of two versions; b) placement of the limiter in the surgical wound during arthroplasty; c), d) its location on the iliac bone model.



Статистическая обработка результатов исследования

Полученные показатели были проанализированы с помощью таблиц, графиков и описательной статистики. Результаты были сохранены в специальной базе данных с использованием Microsoft Excel 2019 для Windows®. Для двумерного анализа непрерывные переменные были описаны с помощью средних стандартных отклонений. Бинарные переменные сравнивались с процентами в перекрестных таблицах. Различия между четырьмя группами ИМТ анализировались с помощью теста Краскела-Уоллеса для непрерывных переменных (возраст, время операции и т.д.) и теста хи-квадрат для дихотомических переменных. Уровень значимости определялся как $p < 0,05$. Статистические расчеты проводились с помощью программы SPSS Statistics.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Оценка показателей стационарного этапа лечения пациентов с внесуставными переломами проксимального отдела бедренной кости в каждой из подгрупп группы БИОС дала следующие результаты. По данным анализа и статистической обработки все сравниваемые параметры на стационарном этапе лечения: возраст пациентов, сроки до проведения вмешательства, койко-день, длительность операции, интраоперационная кровопотеря — статистически значимых различий не имели.

Анализ показателей стационарного этапа лечения пострадавших группы БИОС в зависимости от ИМТ также значимых различий между категориями ОС не выявил (табл. 4).

По данным анализа и статистической обработки показателей стационарного

этапа лечения пострадавших с внесуставными переломами проксимального отдела бедренной кости методом эндопротезирования: возраст пациентов, сроки проведения ЭТБС, общий койко-день, длительности операции, интраоперационная кровопотеря — значимо статистически в сравниваемых подгруппах не отличались (табл. 5).

В основной подгруппе (превышение ИМТ) группы ЭТБС сравнение показателей стационарного этапа лечения значимых различий не выявило. Возраст пациентов, срок проведения эндопротезирования тазобедренного сустава, койко-день, длительность операции, интраоперационная кровопотеря значимо не отличались ни в одной из категорий ЭП.

По данным независимого выборочного критерия Краскела-Уоллеса через 6 месяцев после операции не было статистически значимой

Таблица 4

Усредненные показатели стационарного этапа лечения пациентов группы БИОС (основная подгруппа) в зависимости от ИМТ

Table 4

Average indicators of the inpatient stage of treatment of patients in the BIOS group (main subgroup) depending on BMI

Показатели Indices	Категории ОС (повышенного ИМТ) / OS categories (high BMI)				Уровень p p-level (df = 3)
	I (25-30) (N = 19)	II (30-35) (N = 19)	III (35-40) (N = 23)	IV (> 40) (N = 10)	
Возраст, лет / Age, years	77.3 ± 9.1	75.9 ± 7.5	80 ± 6.16	82.7 ± 4.2	0.317
Время от травмы до операции, дней Time from injury to surgery, days	2.52 ± 1.6	2.63 ± 1.7	3.13 ± 1.7	2.6 ± 1.06	0.749
Длительность операции, мин Surgery time, min	61.6 ± 24.8	69.2 ± 20.3	69.3 ± 21.2	62.5 ± 14.9	0.598
Койко-день / Bed-days	8.94 ± 2.5	9.21 ± 2.8	10.3 ± 4.1	9.2 ± 1.6	0.849
Кровопотеря, мл / Blood loss, ml	146.6 ± 85.4	168.4 ± 59	142.8 ± 41.4	157 ± 51.5	0.537

Таблица 5

Показатели стационарного этапа лечения пострадавших группы ЭТБС при внесуставных переломах проксимального отдела бедренной кости на фоне превышения ИМТ

Table 5

Indicators of the inpatient stage of treatment of patients in the HA group with extra-articular fractures of the proximal femur against the background of exceeding BMI

Показатели Indices	Категории ЭП (повышенного ИМТ) / HA categories (high BMI)				Уровень p p-level (df = 3)
	I (25-30) (N = 17)	II (30-35) (N = 9)	III (35-40) (N = 16)	IV (> 40) (N = 8)	
Возраст, лет / Age, years	83.9 ± 3.4	85.8 ± 3.6	80.9 ± 5.4	83 ± 6.6	0.334
Время от травмы до операции, дней Time from injury to surgery, days	3.2 ± 1.2	2.6 ± 1.1	2.8 ± 0.8	2.87 ± 1.6	0.709
Длительность операции, мин Surgery time, min	64.1 ± 11.6	63.8 ± 5.1	65 ± 9.8	63.1 ± 5.55	0.457
Койко-день / Bed-days	10 ± 2.3	8.7 ± 1.5	9.31 ± 2.2	8.62 ± 1.9	0.437
Кровопотеря, мл / Blood loss, ml	216.2 ± 82.7	196.7 ± 80.8	165.6 ± 49.4	218.7 ± 86.3	0.83

разницы между клинико-функциональными показателями пациентов с нормальным ИМТ групп БИОС и ЭТБС. Рассматривая сравнения между результатами остеосинтеза и артропластики по поводу внесуставных переломов проксимального отдела бедренной кости следует подчеркнуть, что в категориях обеих групп пациенты с ИМТ I (25-30), II (30-35) и III (35-40) ($p < 0,01$) достоверной разницы не имели. При этом результаты ЭТБС в категории с ИМТ IV (> 40) были достоверно выше, чем показатели после интрамедуллярного остеосинтеза ($p < 0,01$).

Через год после операции также не было статистически значимой разницы между оценками ЭТБС и БИОС в подгруппе с нормальным ИМТ, категориях с ИМТ I (25-30), II (30-35) и III (35-40). Статистически значимо выше были показатели по шкале Харриса после артропластики, чем после остеосинтеза в категории с ИМТ IV (> 40).

Важным аспектом проведенного хирургического лечения является оценка психоэмоционального статуса пациента в ходе реабилитационного процесса, которая в этом случае проводится в двухмерном измерении: сравнивается состояние пациента на этапах лечения и между исследуемыми группами. Сравнительная характеристика осуществлялась по ряду параметров опросника SF-36: функциональные возможности, физические аспекты, боль, общее состояние здоровья, жизнеспособность, социальные аспекты, эмоциональные аспекты, психическое здоровье и общее состояние.

У пациентов с повышенным ИМТ (49,77) после эндопротезирования тазобедренного сустава показатели качества жизни в отношении нивелирования болевого синдрома при выписке из стационара выше, чем при нормальных весоростовых характеристиках (45,95) по SF-36. К окончанию реабилитационного периода эти показатели в подгруппах выравниваются (88,01 к 87,56), что характерно для практически полного отсутствия боли к окончанию периода наблюдения.

Физические аспекты и функциональные возможности по SF-36,

а также эмоциональные аспекты после операции показали однородность прироста в обеих группах наблюдения.

Наиболее существенные сдвиги у пациентов отмечены через 12 месяцев после артропластики по критериям «SF-36 Общий», «SF-36 Общее состояние здоровья», «SF-36 Жизнеспособность» и «SF-36 Эмоциональные аспекты», что подчеркивает качественное преимущество артропластики в плане психоэмоционального эффекта лечения пострадавших при внесуставных переломах проксимального отдела бедренной кости.

При анализе периода наблюдения за пациентами исследования в группе БИОС мы выявили 9 осложнений, что составило 8,64 % из 104 наблюдений. Если проанализировать осложнения в выборке по подгруппам исследования, то видно, что имеется 4 случая (3,84 %) среди пациентов с нормальным ИМТ. В категориях ОС пациентов с ИМТ до 40 и выше имело место три осложнения (2,88 % случаев). При морбидном ожирении (IV категории ОС) осложнения были в двух случаях, что составило 1,92 % от общего количества наблюдений в 104 пациента, при статистической значимости $p > 0,05$.

В категориях ЭП пациентов с повышенным ИМТ I и III категории на 77 пациентов имело место три осложнения (1,3 % и 2,6 % случаев соответственно). При морбидном ожирении (IV категории ЭП) из 8 операций в двух случаях были осложнения, что составило 2,6 % при статистической значимости $p > 0,05$.

Таким образом, анализ показал, что лечение пострадавших с нарушениями весоростовых характеристик при внесуставных переломах проксимального отдела бедренной кости — достаточно сложная задача для травматологов. Традиционные методы остеосинтеза не всегда осуществимы и оказывают должный эффект у столь сложной категории пациентов, что определяет актуальность исследований в этой области. Пожилой возраст, практически во всех случаях присутствующий коморбидный фон в виде остеопороза, сердечно-сосудистых заболева-

ний, анемии и т.п. диктуют индивидуальный подбор тактики хирургического лечения.

ОБСУЖДЕНИЕ

Исходя из полученных данных, в результате наблюдения за пациентами групп исследования можно с уверенностью подтвердить правильность разработанной тактики лечения пациентов при внесуставных переломах проксимального отдела бедренной кости на фоне нарушений весоростовых характеристик. Несомненным приоритетом является использование блокируемого интрамедуллярного остеосинтеза бедренной кости при переломах, относящихся по классификации АО/ASIF к типам 31A_{1,2,3}. Клинико-функциональные результаты и качество жизни пациентов с ИМТ до 40 кг/м² практически равнозначны, что подчеркивает эффективность метода.

Вместе с тем, несмотря на все преимущества блокируемого интрамедуллярного остеосинтеза, остаются проблемные вопросы оперативного лечения пациентов с морбидным ожирением, а точнее пациентов с весом более 100 кг и при наличии остеопороза. В первую очередь проблемы возникают при установке интрамедуллярных штифтов, что обусловлено сложностью ориентации и затруднениями с установкой наружной системы направителей из-за большого объема мягких тканей в области бедра. Возможность полноценной нагрузки на оперированную конечность ограничивается течением репаративного процесса в области перелома, что, как правило, снижает шансы пациента на раннюю реабилитацию [30, 31]. Сопутствующие дегенеративные заболевания в тазобедренном суставе на стороне повреждения, часто встречающиеся у пожилых пострадавших, не купируются при использовании остеосинтеза, что также ограничивает сферу применения блокируемого интрамедуллярного остеосинтеза.

Относительная сложность проведения блокируемого интрамедуллярного штифтования, затруднение в активизации и реабилитации пострадавших с ожирением, риски ранней нагрузки на травмирован-

ную конечность ведут к поискам альтернативных методов хирургического лечения вертельных переломов бедренной кости. Использование преимуществ эндопротезирования тазобедренного сустава — достойный внимания вариант хирургического лечения для достижения благоприятного исхода, да и в целом для сохранения жизни этой сложной группе пострадавших.

В этой связи особое внимание обращает на себя более активное использование вариантов артропластики травмированной бедренной кости, поскольку метод позволяет полноценно и достаточно быстро восстановить привычный образ жизни пострадавшего. Несомненно, выигрышным является параллельное решение вопроса с дегенеративными процессами в тазобедренном суставе, восстановление опорности травмированного сегмента уже на второй день после вмешательства. Выбор метода определяется возрастными, анатомическими и функциональными характеристиками пациента, но, вместе с тем, наличие у пациента веса тела более 100 кг диктует замену как бедренного, так и тазового компонентов.

Применение цементируемой конструкции эндопротеза именно по названным показаниям обусловлено необходимостью раннего начала полной нагрузки на оперированную конечность. Понятно, что при этом не исключается токсическое

влияние самого костного цемента на организм пожилого пациента, но получаемые преимущества при его использовании превышают возникающие риски [32, 33].

Исследование показало несомненные преимущества авторской разработки ограничителя мягких тканей при эндопротезировании тазобедренного сустава, что позволило обосновать его серийное производство.

ВЫВОДЫ

1. В результате анализа стационарного этапа лечения отмечена тенденция к возрастной (на 14,8 %) продолжительности времени от травмы непосредственно до оперативного вмешательства, более длительному проведению остеосинтеза (на 5,1 %) и соответствующей интраоперационной кровопотере (на 4 %), а также больший срок пребывания в стационаре (на 10,4 %) пациентов с повышенным ИМТ (в пределах 25-40 кг/м²) при приоритетном применении блокируемого интрамедуллярного остеосинтеза в сравнении с таковыми показателями у пострадавших с нормальными весовыми характеристиками.

2. Проспективная оценка результатов лечения пациентов с внесуставными переломами проксимального отдела бедренной кости типа 31A_{1,2,3} по классификации АО/ASIF показала, что артропластика как альтернативный метод лечения

обеспечивает раннюю полноценную нагрузку на травмированную конечность и реабилитацию пострадавших с высоким индексом массы тела. Клинико-функциональные показатели по шкале Харрис достигли через год после эндопротезирования тазобедренного сустава 86,54 баллов, а повышение качества жизни — до 90,26 баллов по шкале SF-36.

3. Сопутствующее морбидное ожирение можно отнести к относительным противопоказаниям проведения неотложного блокируемого интрамедуллярного остеосинтеза у пациентов при внесуставных переломах проксимального отдела бедренной кости, поскольку средние клинико-функциональные результаты по шкале Харрис через год после операции не превысили $76,1 \pm 1,66$ баллов (удовлетворительный результат). Эффективность артропластики у этой группы пациентов выше на 5,2 %, при этом продолжительность самого оперативного вмешательства и количество осложнений на стационарном этапе лечения оказались практически равнозначными.

Информация о финансировании и конфликте интересов

Исследование не имело спонсорской поддержки.

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Bogopolskaya AS, Vorontsova TN. Analysis of treatment outcomes in patients with fractures of the proximal femur. In: *Topical issues of traumatology and orthopedics: materials of the conference of young scientists of the North-Western Federal District*. St. Petersburg: Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics n.a. R.R. Vreden, 2017. 17-19 p. Russian (Богопольская А.С., Воронцова Т.Н. Анализ исходов лечения пациентов с переломами проксимального отдела бедренной кости //Актуальные вопросы травматологии и ортопедии: материалы конференции молодых ученых Северо-Западного федерального округа. Санкт-Петербург: Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена, 2017. С. 17-19.)
2. Cui H, Chen K, Lv S, Yuan C, Wang Y. An analysis of perioperative hidden blood loss in femoral intertrochanteric fractures: bone density is an important influencing factor. *BMC Musculoskelet Disord*. 2021; 22(1): 6. doi: 10.1186/s12891-020-03922-x
3. Yoon YC, Kim J, Cho JW, Cho WT, Kim HJ, Oh JK. Simple guidelines for evaluating intraoperative alignment after the reduction of intertrochanteric fractures. *Asian J Surg*. 2021; 44(1): 66-71. doi: 10.1016/j.asjsur.2020.10.010
4. Lazarev AF, Solod EI, Antonov AA, Vychuzhanin DV. Surgical treatment of chronic fractures of the proximal femur. *Physician*. 2020; 31(12):65-69. Russian (Лазарев А.Ф., Солод Э.И., Антонов А.А., Вычужанин Д.В. Оперативное лечение застарелых переломов проксимального отдела бедренной кости //Врач. 2020. Т. 31, № 12. С. 65-69.)
5. Fine AM, Vaza AY, Gnetetsky SF, et al. Available ways to increase the regenerative potential of plastic material in emergency traumatology. Part 1. Use of autologous platelet-rich plasma. *Transplantology*. 2022; 14(1): 79-97. Russian (Файн А.М., Ваза А.Ю., Гнетецкий С.Ф. и др. Доступные способы повышения регенераторного потенциала пластического материала в неотложной травматологии. Часть 1. Использование аутологичной богатой тромбоцитами плазмы крови //Трансплантология. 2022. Т. 14, № 1. С. 79-97.) doi: 10.23873/2074-0506-2022-14-1-79-97
6. Sun D, Wang C, Chen Y, Liu X, Zhao P, Zhang H, et al. A meta-analysis comparing intramedullary with extramedullary fixations for unstable femoral intertrochanteric fractures. *Medicine (Baltimore)*. 2019; 98(37): e17010. doi: 10.1097/MD.00000000000017010
7. Reshetnikov AN, Korshunova GA, Goryakin MV, Reshetnikov NP. Results of rehabilitation of patients with false joints of the femoral

- neck after total hip arthroplasty. In: *Selected issues of hip surgery: the collection*. St. Petersburg, 2016. P. 43-48. Russian (Решетников А.Н., Коршунова Г.А., Горякин М.В., Решетников Н.П. Результаты реабилитации больных с ложными суставами шейки бедренной кости после тотального эндопротезирования тазобедренного сустава //Избранные вопросы хирургии тазобедренного сустава: сборник. Санкт-Петербург, 2016. С. 43-48.)
8. Lychagin AV, Gritsyuk AA, Kavalersky GM, Liu I. Non-infectious complications of primary hip arthroplasty in patients with obesity. *Department of traumatology and orthopedics*. 2019; (2): 42-47. Russian (Лычагин А.В., Грицюк А.А., Кавалерский Г.М., Лю И. Неинфекционные осложнения первичного эндопротезирования тазобедренного сустава у пациентов с ожирением //Кафедра травматологии и ортопедии. 2019. № 2. С. 42-47.)
 9. Razina AO, Achkasov EE, Runenko SD. Obesity: a modern view on the problem. *Obesity and Metabolism*. 2016; (1): 3-8. Russian (Разина А.О., Ачкасов Е.Е., Руненко С.Д. Ожирение: современный взгляд на проблему //Ожирение и метаболизм. 2016. № 1. С. 3-8.)
 10. Lychagin AF, Gritsyuk AA, Cherenkov PA, Liu Y, Kavalersky GM. The effectiveness of conservative treatment of obesity and the impact on the incidence of complications in hip arthroplasty. *Department of Traumatology and Orthopedics*. 2021; (4): 24-30. Russian (Лычагин А.Ф., Грицюк А.А., Черенков П.А., Лю И., Кавалерский Г.М. Эффективность консервативного лечения ожирения и влияние на частоту осложнений при эндопротезировании тазобедренного сустава //Кафедра травматологии и ортопедии. 2021. № 4. С. 24-30.)
 11. Veitsman IA, Kuzmina AD, Andrienko AV, Belov MA. Obesity: promising pathogenetic directions for the treatment of obesity (literature review). *Modern science: actual problems of theory and practice. Series: Natural and Technical Sciences*. 2020; (01): 168-171. Russian (Бейцман И.А. Кузьмина А.Д., Андриенко А.В., Белов М.А. Ожирение: перспективные патогенетические направления лечения ожирения (обзор литературы) //Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и Технические Науки. 2020. № 01. С. 168-171.)
 12. Chragyan GA, Zagorodniy NV, Kagramanov SV, Aleksanyan OA. Results of total hip arthroplasty in young people. *Medical Bulletin of the Ministry of Internal Affairs*. 2020; (1): 31-35. Russian (Чраган Г.А., Загородний Н.В., Каграманов С.В., Алексанян О.А. Результаты тотального эндопротезирования тазобедренного сустава у лиц молодого возраста //Медицинский вестник МВД. 2020. № 1. С. 31-35.)
 13. Lazarev AF, Solod EI, Antonov AA, Vychuzhanin DV. Surgical treatment of chronic fractures of the proximal femur. *Physician*. 2020; 31(12): 65-69. Russian (Лазарев А.Ф., Солод Э.И., Антонов А.А., Вычужанин Д.В. Оперативное лечение застарелых переломов проксимального отдела бедренной кости //Врач. 2020. Т. 31, № 12. С. 65-69.)
 14. Kim JW, Shon HC, Song SH, Lee YK, Koo KH, Ha YC. Reoperation rate, mortality and ambulatory ability after internal fixation versus hemiarthroplasty for unstable intertrochanteric fractures in elderly patients: a study on Korean Hip Fracture Registry. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2020; 140(11): 1611-1618. doi: 10.1007/s00402-020-03345-2
 15. Dubrov VE, Zagorodniy NV, Kolesnik AI. Hip arthroplasty in coxarthrosis. Moscow: GEOTAR Media, 2022. 240 p. Russian (Дубров В.Э. Загородний Н., Колесник А.И. Эндопротезирование тазобедренного сустава при коксартрозе. Москва: ГЭОТАР Медиа, 2022. 240 с.)
 16. Fine AM, Yarygin NV, Gnetetsky SF, Vaza AYU, Titov RS, Bogolyubsky YuA, et al. Peculiarities of surgical tactics in the treatment of fractures of the proximal femur in gerontological patients. *Practical Medicine*. 2022; 20(4): 117-122. Russian (Файн А.М., Ярыгин Н.В., Гнетецкий С.Ф., Ваза А.Ю., Титов Р.С., Боголюбовский Ю.А., и др. Особенности хирургической тактики в лечении переломов проксимального отдела бедренной кости у геронтологических пациентов //Практическая медицина. 2022. Т. 20, № 4. С. 117-122.)
 17. Zhang Q, Zeng Y, Shu X. Effectiveness of different surgical methods for the treatment of intertrochanteric fractures of the femur in the elderly and their biomechanical study. *Medical Biomechanics*. 2020; 35(05): 602-607.
 18. Kotelnikov GP, Bezrukov AE, Nagota AG. New in the surgical treatment of trochanteric fractures in elderly and senile patients. *Priorov Bulletin of Traumatology and Orthopedics*. 2011; (4): 13-17. Russian (Котельников Г.П., Безруков А.Е., Нагота А.Г. Новое в хирургическом лечении переломах вертельной области у лиц пожилого и старческого возраста //Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2011. № 4. С. 13-17.)
 19. Piven IM, Berdyugin KA. Classifications of periprosthetic fractures of the femur (literature review). *Modern problems of science and education*. 2016; (2): 73-73. Russian (Пивень И.М., Бердюгин К.А. Классификации перипротезных переломах бедренной кости (обзор литературы) //Современные проблемы науки и образования. 2016. № 2. С. 73-73.)
 20. Polevoy EV, Zagorodniy NV, Kagramanov SV, Chragyan GA, Aleksanyan OA. Intraoperative periprosthetic fractures of the femur during hip arthroplasty. Review of classifications and methods of treatment. *Priorov Bulletin of Traumatology and Orthopedics*. 2019; (2): 67-72. Russian (Полевой Е. В., Загородний Н. В., Каграманов С. В., Чраган Г. А., Алексанян О. А. Интраоперационные перипротезные переломы бедренной кости при эндопротезировании тазобедренного сустава. Обзор классификаций и методов лечения // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2019. № 2. С. 67-72.)
 21. Bozhkova SA, Tikhilov RM, Andriyashkin VV, Akhtyamov IF, Belov MV, Dianov SV, et al. Prevention, diagnosis and treatment of thromboembolic complications in traumatology and orthopedics: guidelines. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2022; (3): 136-166. Russian (Божкова С.А., Тихилов Р.М., Андрияшкин В.В., Ахтямов И.Ф., Белов М.В., Дианов С.В. и др. Профилактика, диагностика и лечение тромбозомболических осложнений в травматологии и ортопедии: методические рекомендации //Травматология и ортопедия России. 2022. № 3. С. 136-166.)
 22. Ustyantsev DD, Milyukov AYU, Agadzhanian VV, Gilev YaKh, Vlasov SV. Evaluation of clinical application of a prognostic model of risk of complications for effective surgical treatment of patients with proximal femur fractures. *Polytrauma*. 2019; (1): 11-22. Russian (Устьянцев Д.Д., Милуков А.Ю., Агаджанян В.В., Гилев Я.Х., Власов С.В. Оценка клинического применения прогностической модели риска развития осложнений для эффективного хирургического лечения пациентов с переломами проксимального отдела бедренной кости //Политравма. 2019. № 1. С. 11-22.)
 23. Karmyshbekov MA, Dzhumabekov SA. Periprosthetic fractures of the proximal femur: modern concepts. *Bulletin of Science and Practice*. 2021; 7(11): 184-188. Russian (Кармышбеков М.А., Джумабеков С.А. Перипротезные переломы проксимального отдела бедренной кости: современные концепции //Бюллетень науки и практики. 2021. Т. 7, № 11. С. 184-188.)
 24. Milyukov AYU, Ustyantsev DD, Milyukov YuA. Innovative predictor assessment of treatment outcomes of patients with unstable hip joint injuries. *Traumatology, Orthopaedics and Military Medicine (Donetsk)*. 2018; (1): 31-35. Russian (Милуков А.Ю., Устьянцев Д.Д., Милуков Ю.А. Инновационная предикторная оценка исходов лечения пациентов с нестабильными повреждениями тазобедренного сустава //Травматология, ортопедия и военная медицина (Донецк). 2018. № 1. С. 31-35.)

25. Zhi W, Zhi KL, Ke L, et al. Cost-effectiveness analysis on PFNA versus FHR for unstable intertrochanteric fractures in the elderly. *Orthopedic Journal of China*. 2019.
26. Lapin DV, Parshikov MV, Guryev VV, Yarygin NV. Risk factors and causes of complications in hip arthroplasty (literature review). *Department of Traumatology and Orthopedics*. 2022; 1(47): 66-75. Russian (Липин Д.В. Паршиков М.В., Гурьев В.В., Ярыгин Н.В. Факторы риска и причины осложнений при эндопротезировании тазобедренного сустава (обзор литературы) //Кафедра травматологии и ортопедии. 2022. № 1(47). С. 66-75.)
27. Chugaev DV, Kornilov NN., Sorokin EP, et al. Evaluation of the effect of obesity on perioperative blood loss in total knee arthroplasty. In: *Modern Achievements in Traumatology and Orthopedics: a collection of scientific articles*. St. Petersburg: Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics named after R.R. Vreden, 2018. P. 280-284. Russian (Чугаев Д.В., Корнилов Н.Н., Сорокин Е.П. и др. Оценка влияния ожирения на периоперационную кровопотерю при тотальном эндопротезировании коленного сустава //Современные достижения травматологии и ортопедии: сборник научных статей. Санкт-Петербург: Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена, 2018. С. 280-284.)
28. Akhtyamov IF, Ziatdinov BG, Shigaev ES, et al. Patent No. 2551959 C2 Russian Federation, IPC A61N 1/32. Method for the prevention of deep vein thrombosis of the lower extremities during hip arthroplasty: No. 2013132692/14: Appl. on July 15, 2013: publ. on June 10, 2015. Russian (Ахтямов И.Ф., Зиатдинов Б.Г., Шигаев Е.С. и др. Патент № 2551959 C2 Российская Федерация, МПК А61Н 1/32. Способ профилактики тромбоза глубоких вен нижних конечностей при проведении эндопротезирования тазобедренного сустава: № 2013132692/14: заявл. 15.07.2013: опубл. 10.06.2015)
29. Akhtyamov IF, M Helo DM, Khan KhCh, Gilmudinov ISH. Utility model patent No. 185782 U1 Russian Federation, IPC A61B 17/56. Paraarticular tissue limiter : No. 2018127764 : Appl. on July 27, 2018: publ. on December 18, 2018; applicant – Kazan State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation. Russian (Ахтямов И.Ф., М. Хело Д.М., Хань Х.Ч., Гильмутдинов И.Ш. Патент на полезную модель № 185782 U1 Российская Федерация, МПК А61В 17/56. Ограничитель параартикулярных тканей: № 2018127764 : заявл. 27.07.2018 : опубл. 18.12.2018; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Казанский государственный медицинский университет Министерства здравоохранения Российской Федерации.)
30. Akhtyamov IF, Ardashev SA, Khan KhCh, Sidoruk EI. Patent No. 2702759 C1 Russian Federation, IPC A61P 23/00, A61M 19/00. Method for the prevention of postoperative pain syndrome: No. 2018139124: Appl. On June 11, 2018: publ. on October 11, 2019. Applicant – State Autonomous Institution of Health «Republican Clinical Hospital of the Ministry of Health of the Republic of Tatarstan». Russian (Ахтямов И.Ф., Ардашев С.А., Хань Х.Ч., Сидорук Е.И. Патент № 2702759 C1 Российская Федерация, МПК А61Р 23/00, А61М 19/00. Способ профилактики послеоперационного болевого синдрома: № 2018139124: заявл. 06.11.2018: опубл. 11.10.2019. заявитель Государственное автономное учреждение здравоохранения Республиканская клиническая больница Министерства здравоохранения Республики Татарстан.)
31. Milyukov AYU, Ustyantsev DD, Gilev YaKh, Mazeev DV. Prognostic significance of comorbid status in the development of complications in the surgical treatment of patients with injuries of the proximal femur. *Polytrauma*. 2017; (2): 6-15. Russian (Милюков А.Ю., Устьянцев Д.Д., Гилев Я.Х., Мазеев Д.В. Прогностическая значимость коморбидного статуса в развитии осложнений при хирургическом лечении пациентов с травмами проксимального отдела бедренной кости //Политравма. 2017. № 2. С. 6-15.)
32. Akhtyamov IF, Safin RR, Han HZ. Issues of anesthetic management of patients with fractures of the proximal femur site. *Polytrauma*. 2018; (2): 93-99. Russian (Ахтямов И.Ф., Сафин Р.Р. Хань Х.Ч. Вопросы анестезиологического обеспечения пациентов с переломами проксимального отдела бедренной кости //Политравма. 2018. № 2. С. 93-99.)
33. Ardashev SA, Khan' HCh, Akhtyamov IF. Prevention of postoperative pain syndrome in patients with pathology of the hip joint against the background of obesity. *Bulletin of the Medical Institute «REAVIZ». Rehab, Physician and Health*. 2022;(5):37-42. Russian (Ардашев С.А., Хань Х.Ч., Ахтямов И.Ф. Профилактика послеоперационного болевого синдрома у пациентов с патологией тазобедренного сустава на фоне ожирения //Вестник медицинского института «РЕАВИЗ». Реабилитация, Врач и Здоровье. 2022. № 5. С. 37-42.) doi: 10.20340/vmi-rvz.2022.5.CLIN.3

Сведения об авторах:

Хань Х.Ч., врач отделения ортопедии, Народная больница провинции Шаньси, г. Тайюань, Китай. ORCID: 0000-0001-6459-5742

Ахтямов И.Ф., д.м.н., профессор, заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и хирургии экстремальных состояний, ФГБОУ ВО Казанский ГМУ Минздрава России; главный научный сотрудник, ГАУЗ Республиканская клиническая больница МЗ РТ, г. Казань, Россия. ORCID: 0000-0002-4910-8835

Адрес для переписки:

Ахтямов Ильдар Фуатович, КГМУ, ул. Бултерова 49, г. Казань, Республика Татарстан, Россия, 420012
Тел: +7 (905) 315-01-50 E-mail: yalta60@mail.ru

Статья поступила в редакцию: 27.03.2023

Рецензирование пройдено: 10.04.2023

Подписано в печать: 01.06.2023

Information about authors:

Han H.Z., doctor of department of orthopedics, Shanxi Provincial People's Hospital, Taiyuan City, China. ORCID: 0000-0001-6459-5742

Akhtyamov I.F., MD, PhD, professor, chief of chair of traumatology, orthopedics and surgery of critical states, Kazan State Medical University, Kazan, Russia. ORCID: 0000-0002-4910-8835

Address for correspondence:

Akhtyamov Ildar Fuatovich, Butlerova St., 49, Republic of Tatarstan, Kazan, Russia 420012, Kazan State Medical University
Tel: +7 (905) 315-01-50 E-mail: yalta60@mail.ru

Received: 27.03.2023

Review completed: 10.04.2023

Passed for printing: 01.06.2023

АНАЛИЗ РИСКОВ ПОВРЕЖДЕНИЯ ТВЕРДОЙ МОЗГОВОЙ ОБОЛОЧКИ В ХИРУРГИИ ДЕГЕНЕРАТИВНОЙ ПАТОЛОГИИ ПОЯСНИЧНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА

ANALYSIS OF RISKS OF DAMAGE TO THE DURA MATER IN SURGERY FOR DEGENERATIVE PATHOLOGY OF THE LUMBAR SPINE

Сороковиков В.А. Sorokovikov V.A.
Животенко А.П. Zhivotenko A.P.
Ларионов С.Н. Larionov S.N.
Шурыгина И.А. Shurygina I.A.
Потапов В.Э. Potapov V.E.

ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии»,
Иркутская государственная медицинская академия
последипломного образования — филиал ФГБОУ ДПО
«Российская медицинская академия непрерывного
профессионального образования» Минздрава России,

г. Иркутск, Россия

Irkutsk Scientific Centre of Surgery and Traumatology,
Irkutsk State Medical Academy of Postgraduate
Education — Branch of Russian Medical Academy
of Continuing Professional Education,

Irkutsk, Russia

Хирургические вмешательства имеют различные риски и осложнения, а частота и исходы определяют их актуальность. Одним из таковых в хирургии позвоночника является повреждение твердой мозговой оболочки.

Цель исследования — изучить структуру, частоту и определить основные провоцирующие факторы реализации повреждения твердой мозговой оболочки при хирургии дегенеративных заболеваний поясничного отдела позвоночника.

Материалы и методы. Выполнен ретроспективный анализ исходов лечения и структуры осложнений у 297 пациентов с дегенеративными заболеваниями поясничного отдела позвоночника, оперированных первично и повторно в ИНЦХТ. Первую группу составили 144 пациента, оперированные повторно с 2010 по 2020 год, а во вторую вошли 153 пациента, оперированные первично в 2015 году. Группы сравнивались по риску непреднамеренного повреждения твердой мозговой оболочки, которое выявлялось во время основной операции или ревизии раны, а также диагностировалось по данным МРТ-исследований в послеоперационном периоде.

Результаты. Повторные хирургические вмешательства при дегенеративно-дистрофических заболеваниях поясничного отдела позвоночника в 92,3 % случаев ($p < 0,000$) осложнены наличием соединительно-тканного рубца в эпидуральном пространстве позвоночного канала, что затрудняет работу хирурга, увеличивает продолжительность операции, объем кровопотери и риск повреждения твердой мозговой оболочки (отношения шансов (ОШ) = 9,016 [2,636; 30,839]).

Заключение. На всех этапах хирургического лечения пациентов с дегенеративно-дистрофической патологией позвоночника важно проводить профилактику рубцово-спаечного процесса, оценивать целостность мозговых оболочек.

Surgical interventions have various risks and complications, and the frequency and outcomes determine their relevance. One of those in spinal surgery is damage to the dura mater.

Objective — to study the structure, frequency and determine the main provoking factors for the implementation of damage to the dura mater during surgery for degenerative diseases of the lumbar spine.

Materials and methods. A retrospective analysis of treatment outcomes and the structure of complications was performed in 297 patients with degenerative diseases of the lumbar spine who underwent primary and repeated surgeries at Irkutsk Scientific Centre of Surgery and Traumatology. The first group consisted of 144 patients with recurrent surgery from 2010 to 2020. The second group included 153 patients operated on for the first time in 2015. The groups were compared according to the risk of unintentional damage to DM, which was detected during the main operation or revision of the wound, and was also diagnosed according to MRI studies in the postoperative period.

Results. Repeated surgical interventions for degenerative-dystrophic diseases of the lumbar spine in 92.3 % of cases ($p < 0.000$) are aggravated by the presence of a connective tissue scar in the epidural space of the spinal canal, which complicates the work of the surgeon, increases the duration of the operation, the volume of blood loss and the risk of damage to the dura mater shells (odds ratios (OR) = 9.016 [2.636; 30.839]).

Conclusion. At all stages of surgical treatment of patients with degenerative-dystrophic pathology of the spine, it is important to prevent the cicatricial adhesive process and assess the integrity of the meninges.

Для цитирования: Сороковиков В.А., Животенко А.П., Ларионов С.Н., Шурыгина И.А. АНАЛИЗ РИСКОВ ПОВРЕЖДЕНИЯ ТВЕРДОЙ МОЗГОВОЙ ОБОЛОЧКИ В ХИРУРГИИ ДЕГЕНЕРАТИВНОЙ ПАТОЛОГИИ ПОЯСНИЧНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА //ПОЛИТРАВМА / POLYTRAUMA. 2023. № 2, С. 64-73.

Режим доступа: <http://poly-trauma.ru/index.php/pt/article/view/462>

DOI: 10.24412/1819-1495-2023-2-64-73

Ключевые слова: повреждение твердой мозговой оболочки; осложения; эпидуральный фиброз; синдром неудачно-оперированного позвоночника; повторные хирургические вмешательства; ревизионная хирургия

Key words: damage to the dura mater; complications; epidural fibrosis; failed back surgery syndrome; repeated surgical interventions; revision surgery

Хирургия позвоночника энергично развивается во всем мире [1, 2], и это объективно связано как с приростом населения планеты, так и его старением [3]. Значимое увеличение количества оперативных вмешательств является свидетельством их эффективности и востребованности. Как правило, показанием к оперативному вмешательству является наличие выраженного болевого синдрома, симптомы радикулопатии или перемежающейся хромоты, обусловленные дегенеративной патологией поясничного отдела позвоночника. Однако в ряде случаев пациенты, перенесшие операцию на позвоночнике, продолжают страдать от болей и корешковой симптоматики, что служит причиной для повторного оперативного вмешательства [4, 5], предполагающего расширенную декомпрессию позвоночного канала и спондилодез [6]. Стандартизация хирургических технологий, тщательный и детальный отбор пациентов, совершенствование оперативной техники, казалось бы, должны снизить процент неблагоприятных исходов и количество ревизионных вмешательств [2, 7]. Однако даже при соблюдении этих мер предосторожности не всегда удается уменьшить риск рецидива заболевания и повторного хирургического вмешательства [8, 9]. При проведении ревизионной операции на позвоночнике необходимо учитывать множество вновь возникших факторов, как то эпидуральный фиброз, «ускоренная» дегенерация смежных сегментов, нарушение пространственных статико-динамических взаимоотношений как оперированных позвоночно-двигательных сегментов, так и сагиттального баланса в целом [10, 11]. Повреждения, возникающие при повторных оперативных вмешательствах, не всегда визуализируются интраоперационно даже при использовании современного микроскопического оборудования и нейрофизиологического мониторинга [12-14].

Рубцово-спаечный процесс в эпидуральном пространстве значительно усложняет ревизионную хирургию позвоночника, так как увеличивается вероятность повреждения корешков и твердой мозговой оболочки (ТМО). Раневые серозные выделения всегда настораживают и являются предиктором ликвореи, иногда спонтанно купируемой. Выявление при МРТ-исследовании жидкостных образований в области корешковых манжеток свидетельствует об интраоперационном повреждении ТМО, как и корешкового нерва, и формировании кисты или псевдоменингоцеле, наличие которых, однако, не всегда коррелирует с клинической симптоматикой [15, 16]. Известно, что повторные операции на позвоночнике снижают процент удовлетворительных результатов, а эпидуральный фиброз приводит к изменению типологии и характера боли от ноцицептивной к нейропатической с формированием торпидного болевого синдрома, трудно купируемого консервативными и хирургическими методами лечения [10, 15], и, как следствие, формированию синдрома неудачно оперированного позвоночника (СНОП).

Морфологический субстрат при «синдроме неудачно оперированного позвоночника» (Failed Back Surgery Syndrome – FBSS) не всегда выявляется и объясняет природу нейропатического болевого синдрома даже при использовании комплекса инструментальных методов диагностики (МРТ, МСКТ, ЭНМГ, двигательные и соматосенсорные вызванные потенциалы) [17, 18]. В этой связи возрастают требования к определению показаний для первичной и ревизионной хирургии дегенеративной патологии позвоночника, разработки новых технологий лечения боли, стандартизации используемых технологий на основе анализа исходов и рисков повреждения корешков и оболочек мозга [19-22].

Цель исследования — изучить структуру и частоту повреждения

твердой мозговой оболочки при хирургии дегенеративных заболеваний поясничного отдела позвоночника, определить основные провоцирующие факторы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Дизайн исследования

Выполнен ретроспективно анализ исходов, структуры и частоты повреждения твердой мозговой оболочки при хирургии дегенеративных заболеваний поясничного отдела позвоночника в двух группах пациентов, оперированных двумя хирургами за период с 2010 по 2020 год; хирургический стаж на 2010 год — 15 и 25 лет, категория высшая. Первую группу составили 144 пациента, оперированные повторно за указанный период, а во вторую вошли 153 пациента, оперированные первично в 2015 году. Медиана исследования — 2015 год, в этой связи и определена группа первично оперированных больных.

Исследование соответствовало этическим стандартам, разработанным на основе Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» с поправками 2013 г. и «Правил клинической практики в Российской Федерации», утвержденных приказом Минздрава РФ от 19.06.2003 № 266. Протокол исследования одобрен локальным этическим комитетом ИНЦХТ (№ 1 от 22.01.2019 г.).

Исследуемые параметры

Из протоколов операции отобраны данные, характеризующие интраоперационные изменения, как то наличие рубцово-спаечного процесса в эпидуральном пространстве, повреждение ТМО, продолжительность операции, объем кровопотери и вид хирургического вмешательства (трансламинарно, гемиламинэктомия или ламинэктомия, со стабилизацией или без), из историй болезни получены клинические данные (ИМТ, диагноз,

проведение гемотрансфузии в послеоперационном периоде, ревизии послеоперационной раны и их причины). Из банка данных МСКТ- и МРТ-исследований получены результаты пред- и послеоперационной диагностики, частота МРТ в послеоперационном периоде, с оценкой исследования на предмет повреждения ТМО. Группы сравнивались по риску непреднамеренного повреждения ТМО, которое определялось интраоперационно и при ревизии раны, а также выявлялось по данным МРТ-исследований в послеоперационном периоде.

Варианты повреждения ТМО представлены на рисунках 1-3. Дизайн ретроспективного исследования — на рисунке 4.

Статистический анализ

Группы были сопоставлены и статистически проанализированы с использованием программы Statistica v.10.0 (StatSoft Inc., США). Данные представлены в виде количественного и процентного соотношения, среднего значения, стандартного отклонения ($M \pm SD$) и медианой (25; 75 перцентилями) в группах. Различия между группами оценивались с использованием

коэффициента Пирсона χ^2 . Для сравнения непрерывных переменных использовался U-тест Манна — Уитни для непараметрических данных. Соотношение шансов (ОШ) и 95% ДИ определены для ИМТ, непреднамеренного повреждения ТМО. Для статистической значимости было установлено значение $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

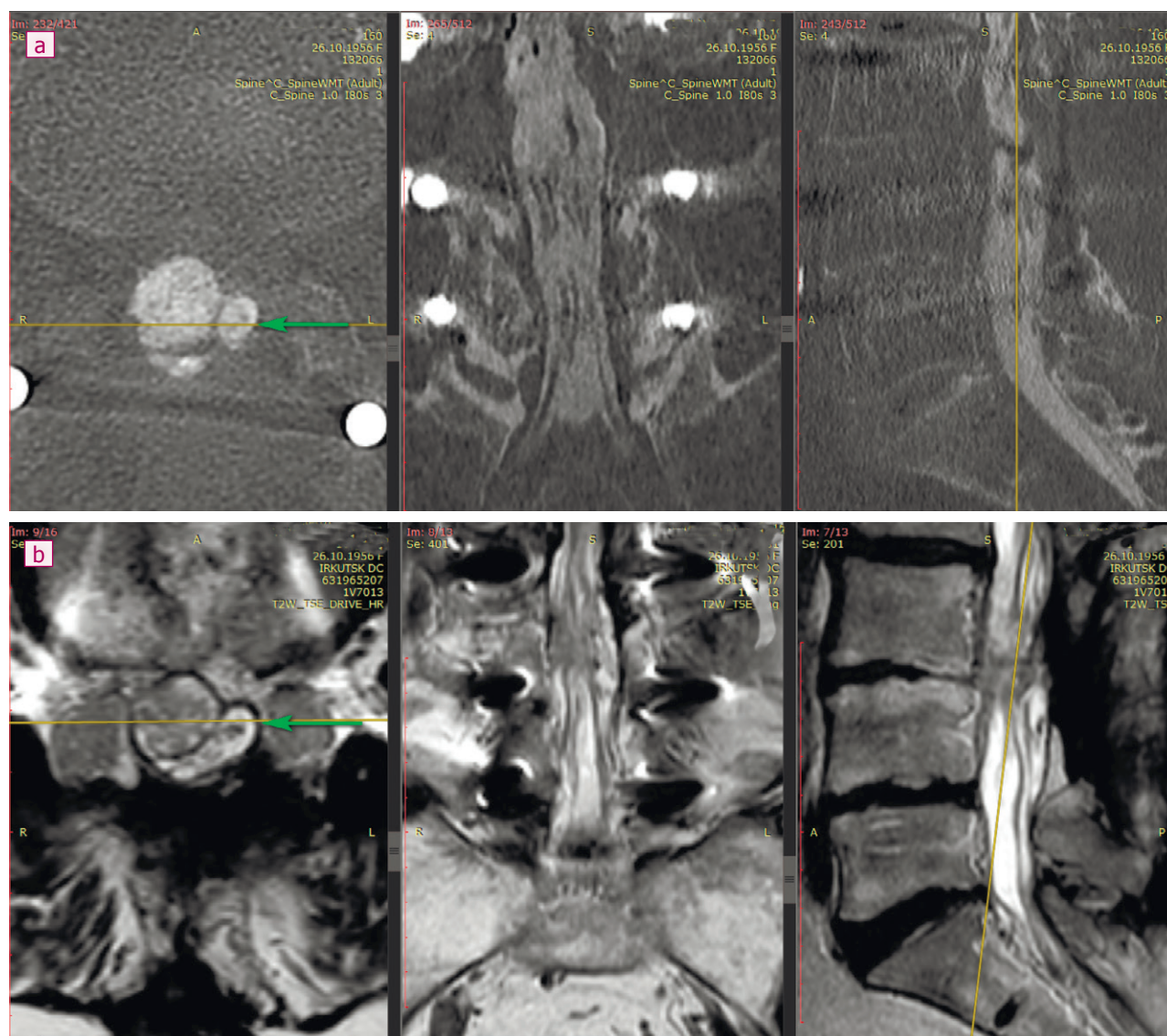
Анализируемые группы были сопоставимы по основным демографическим параметрам — возраст, пол.

Рисунок 1

А) МСКТ-миелография в аксиальной, фронтальной, сагиттальной проекциях; б) МРТ в аксиальной, фронтальной, сагиттальной проекциях в T2-взвешенном изображении: выявлено повреждение твердой мозговой оболочки с формированием псевдоменингоцеле (зеленой стрелкой)

Figure 1

A) MSCT-myelography in axial, frontal and sagittal projections; b) MRI in axial, coronal and sagittal projections in T2-weighted image: damage to the dura mater with the formation of pseudomeningocele (the green arrow)



Однако высокий ИМТ был характерен для пациентов, оперированных повторно, что может являться причиной ускоренного нарастания дегенеративно-дистрофических изменений в поясничном отделе позвоночника и, как следствие, усугубления клинко-неврологических проявлений заболевания и болевого синдрома, которые и являются основанием для контрольного обследования (МРТ, МСКТ) и решения вопроса о проведении ревизионно-

го хирургического вмешательства (табл. 1). При сравнении исследуемых групп по наличию ожирения выявлено, что с ИМТ более 30 кг/м² в группе повторно оперированных был у 53,5 %, тогда как во второй группе — у 18,9 % пациентов, что является статистически значимым результатом ($p < 0,001$). То есть наличие ожирения (ИМТ более 30) напрямую взаимосвязано с вероятностью повторного хирургического вмешательства. Отноше-

ния шансов (ОШ) = 4,914 [2,92; 8,268], что согласуется с данными литературы [23].

Временной интервал, рассчитанный в месяцах между операциями в группе повторно оперированных пациентов, составил в среднем $55,02 \pm 68,81$ (M $\pm$ SD), медиана — 30 [10; 64] Ме [LQ; UQ].

При сравнении групп по причинам выполнения хирургических вмешательств отмечено, что у пациентов, оперированных первично,

Рисунок 2

МРТ в аксиальной, сагитальной, фронтальной проекциях в T2-взвешенном изображении: выявлено повреждение манжеты корешка (белой стрелкой)

Figure 2

MRI in axial, sagittal and frontal projections in T2-weighted image: damaged root cuff (the white arrow)

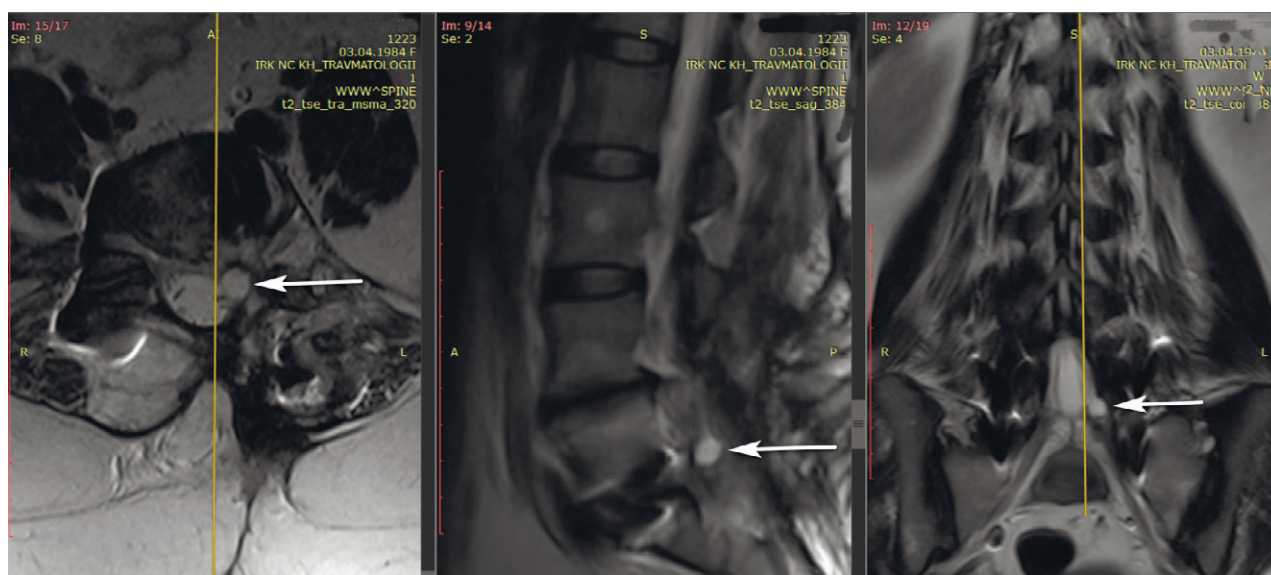


Рисунок 3

МРТ-миелографии и фронтальная, сагитальная, аксиальная проекция в T2-взвешенном изображении: выявлено повреждение твердой мозговой оболочки с формированием «гигантского» псевдоменингецеле

Figure 3

MRI myelography and frontal, sagittal, axial projection in T2-weighted image: damage to the dura mater with the formation of a "giant" pseudomeningocele

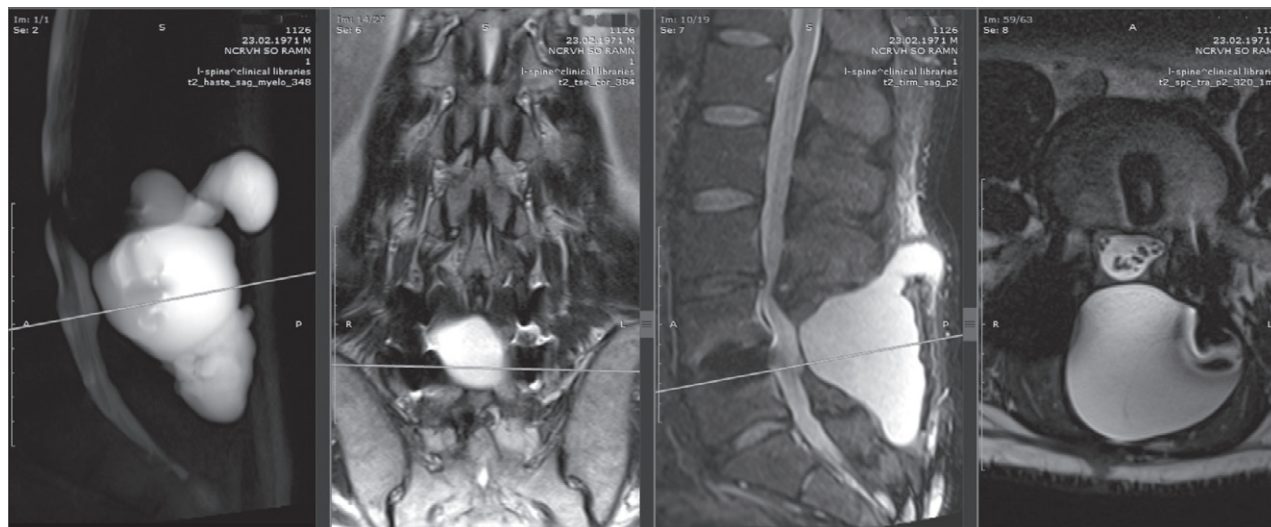


Рисунок 4
Дизайн исследования
Figure 4
Study design

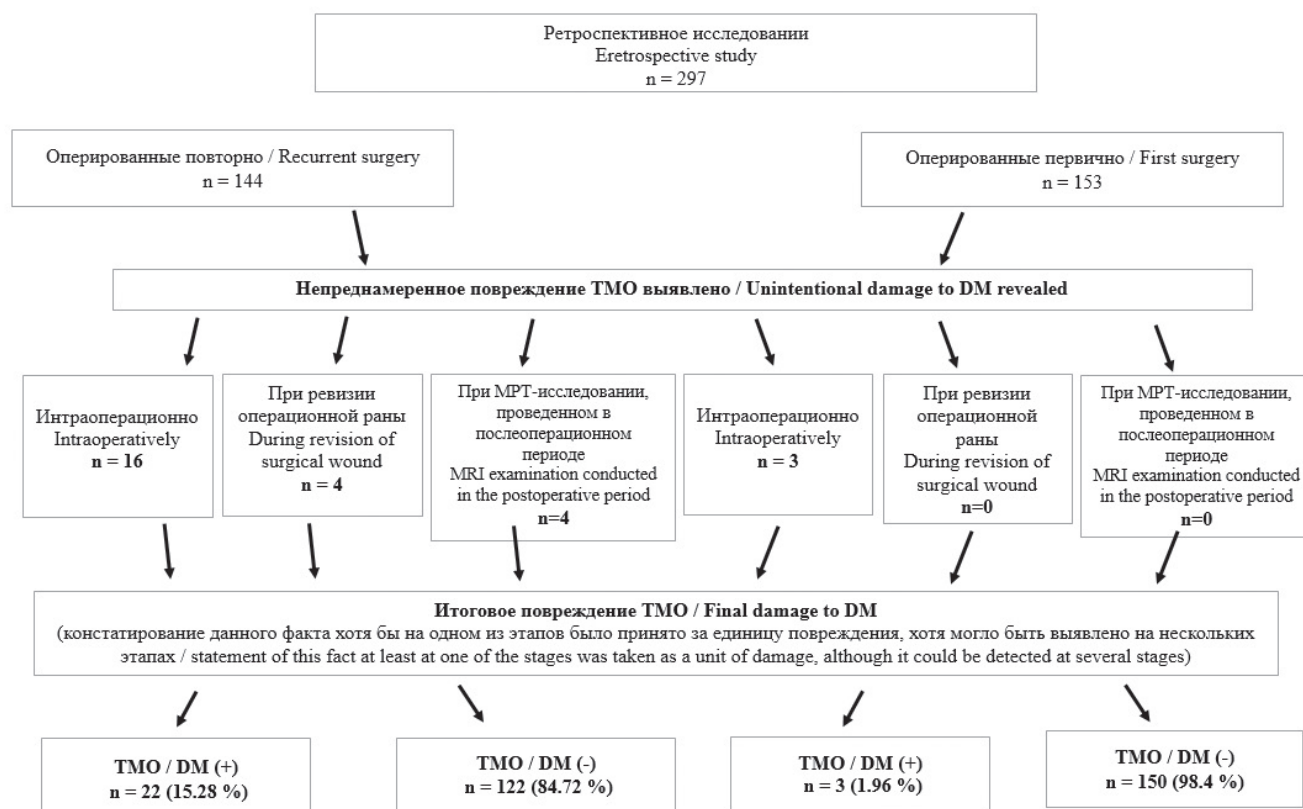


Таблица 1
Демографические характеристики прооперированных пациентов
Table 1
Demographic characteristics of operated patients

Параметры Parameters	Повторно оперированные Recurrent surgery n = 144	Первично оперированные First surgery n = 153	Значение p p-value
Пол / Gender, n/N (%)			
Мужской / Male	69 (47.9 %)	80 (52.3 %)	0.452 ¹
Женский / Female	75 (52.1 %)	73 (47.7 %)	
	M ± SD		
Возраст, лет / Age, years	47.2 ± 10.8	47.6 ± 13.4	0.796 ¹
ИМТ, кг/м ² / BMI, kg/m ²	30.0 ± 5.58	26.2 ± 4.9	< 0.001 ¹
Менее 30 / Less than 30	67 (46.5 %)	124 (81.1 %)	
30 и более / 30 and more	77 (53.5 %)	29 (18.9 %)	

Примечание: ¹ – Пирсона χ^2
Note: ¹ – Pearson Chi-Square

преобладали грыжи межпозвоночного диска ($p < 0,000$), а среди оперированных повторно – стенозирующий процесс с нестабильностью позвоночно-двигательного сегмента (ПДС) (табл. 2).

Группы различались как по объему, так и по технологии хирургического вмешательства. Так, пациентам, оперированным повторно

чаще выполнялась ламинэктомия, что может быть связано с высокой частотой стенозирующего и рубцово-спаечного процесса в позвоночном канале. В связи с чем декомпрессия позвоночного канала осуществлялась от неизменных тканей и нормальных анатомо-тканевых ориентиров для снижения риска повреждения ТМО (табл. 3).

Анализ риска повреждения ТМО выявил, что при повторных вмешательствах у пациентов чаще имелись разрывы мозговых оболочек ($p < 0,000$), а определение отношения шансов (ОШ) = 9,016 [2,636; 30,839] закономерно указывает на высокий риск повреждения ТМО в этой группе. Так, определено, что ОШ повреждения ТМО на ранее

Таблица 2
 Диагноз с причинами операции и их сочетанием
 Table 2
 Diagnosis with reasons for surgery and their combination

Диагноз по МКБ 10 Diagnosis according to ICD 10	Повторно оперированные Recurrent surgery n = 144	Первично оперированные First surgery n = 153	Значение p p-value
Грыжа M51.1 / Hernia M51.1	66 (45.83 %)	120 (78.43 %)	< 0.000 ¹
Нестабильность ПДСМ 99.0 / Spine instability 99.0	17 (11.81 %)	6 (3.92 %)	0.020*
Стеноз фораминальный M 99.5 / Foraminal stenosis M 99.5	80 (55.56 %)	62 (40.52 %)	0.009 ¹
Стеноз центральный M48.0 / Central stenosis M48.0	15 (10.42 %)	11 (7.19 %)	0.325 ¹
Параартикулярная киста M 99.7 / Paraarticular cyst M 99.7	0 (0.00 %)	3 (1.96 %)	0.135**
Наличие металлоконструкции / Presence of a metal structure	36 (25 %)	-	
Нестабильность металлоконструкции T 84.4 Metal structure instability T 84.4	12 (8.33 %)	-	

Примечание: ¹ – Пирсона χ^2 ; ** – Точный критерий Фишера односторонний; * – хи-квадрат Йейтса

Note: ¹ – Pearson Chi-Square; ** – Fisher exact test, one-tailed; * – Yates Chi-square

Таблица 3
 Характеристика хирургического вмешательства в группах
 Table 3
 Characteristics of surgical intervention in groups

Характеристика хирургического вмешательства Characteristics of surgical intervention	Повторно оперированные Recurrent surgery n = 144	Первично оперированные First surgery n = 153	Значение p p-value
Количество оперируемых уровней / Number of operated levels, n/N (%)			
Один / One	119 (82.64 %)	140 (91.50 %)	0.022 ¹
Два / Two	25 (17.36 %)	13 (8.50 %)	
Уровни оперируемые / Operated levels			
Смежный уровень Adjacent level	33 (22.92 %)	-	
Ранее оперируемый уровень Previously operated level	111 (77.08 %)	-	
Ранее оперируемая сторона Previously operated side	140 (97.22 %)	-	
Неоперируемая сторона Non-operatedside	4 (2.78 %)	-	
Объем хирургических вмешательств / Volume of surgical interventions, n/N (%)			
Трансламинарный доступ Translaminar access	10 (6.94 %)	10 (6.54 %)	< 0.000 ¹
Гемиламинэктомия Hemilaminectomy	41 (28.47 %)	85 (55.56 %)	
Ляминэктомия Laminectomy	93 (64.58 %)	58 (37.91 %)	
Стабилизация ТПФ / Transpedicular spinal fixation, n/N (%)			
Проводилась Was performed	106 (73.61 %)	136 (88.89 %)	< 0.000 ¹
Не проводилась Not performed	38 (26.39 %)	17 (11.11 %)	
Стабилизация ТПФ с кейджем / Transpedicular spinal fixation with cage, n/N (%)			
Проводилась Was performed	34 (32.08 %)	57 (41.91 %)	0.117 ¹
Не проводилась Not performed	72 (67.92 %)	79 (58.09 %)	

Примечание: ¹ – Пирсона χ^2

Note: ¹ – Pearson Chi-Square

оперируемом к смежному уровню составил (ОШ) = 1,403 [0,440; 4,480]. Риск повреждения ТМО выше на ранее оперируемом уровне, чем на смежном. Интраоперационные данные и структура повреждений ТМО представлены в таблице 4.

При анализе причин, приведших к ревизии раны, выявлено, что группы статистически не отличались по количеству ревизий послеоперационной раны, но были различны по причинам (табл. 5). Также в группе пациентов, оперированных повторно, зарегистрирован 1 случай ТЭЛА.

МРТ-сканирование пояснично-крестцового отдела позвоночника в послеоперационном периоде проведено 49 пациентам из группы оперированных повторно и 36 оперированных первично, и в 2 (2,35 %) случаях выявлено клинически значимое псевдоменингецеле.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Причины болевого синдрома у пациентов, оперированных по поводу

дегенеративной патологии позвоночника, многофакторны и зависят от возраста, исходной патологии, сопутствующих соматических заболеваний и психоэмоционального здоровья пациента, временного промежутка между основной операцией и ревизией. Очевидно, что у лиц молодого возраста, оперированных по поводу межпозвонковой грыжи, рецидив боли чаще обусловлен патологией диска, в то время как у пожилых пациентов преобладают нарушения сагиттального баланса, дегенеративные изменения смежных уровней или деформирующего спондилеза со стенозом позвоночного канала. Лечение боли после операции на позвоночнике является сложной и недостаточно разработанной проблемой и должно основываться не только на детальной инструментальной оценке (ЭНМГ, МРТ, МСКТ и т.д.), но и на тщательном анализе клинико-неврологических проявлений. Важное значение при определении показаний для ревизионной хирургии имеет оценка эффективности комплекса консервативной терапии. Медика-

ментозная терапия включает назначение НПВС, анальгетиков, антиковульсантов и нейролептиков, применение ИРТ и лекарственных блокад. Повторные хирургические вмешательства показаны при уточнении причины боли и объективизации патологии при интроскопии [1, 24]. При повторных операциях необходимо правильно трактовать выявленные морфологические изменения в зоне первичного хирургического вмешательства, от которых зависит дальнейший выбор тактики лечения пациента. С увеличением количества оперативных вмешательств при патологии позвоночника приняты строгие меры не только для достижения более высоких стандартов доказательности используемых технологий, как то рекомендации PRISMA и AMSTAR, но и для улучшения качества лечения больных [25], однако остается и немало нерешенных проблем.

Обзоры и комментарии, посвященные ревизионной хирургии позвоночника, нередко указывают на ошибки при определении показаний к повторному вмешательству,

Таблица 4
Интраоперационные данные и структура повреждений твердой мозговой оболочки
Table 4
Intraoperative findings and structure of dura mater injuries

Параметр Parameter	Повторно оперированные Recurrent surgery n = 144	Первично оперированные First surgery n = 153	Значение p p-value
Эпидуральный фиброз / Epidural fibrosis, n/N (%)			
Наличие фиброза / The presence of fibrosis	133 (92.36 %)	10 (6.54 %)	< 0.000 ¹
Отсутствие фиброза / Absence of fibrosis	11 (7.64 %)	143 (93.46 %)	
Повреждение ТМО / Dura mater injury, n/N (%)			
Есть повреждение / Injury	22 (15.28 %)	3 (1.96 %)	< 0.000 ¹
Нет повреждения / No injury	122 (84.72 %)	150 (98.04 %)	
Повреждение ТМО на смежном уровне Dura mater injury at adjacent level	4 (18.18 %)	-	
Повреждение ТМО на ранее оперируемом уровне Dura mater injury at previously operated level	18 (81.82 %)	-	
M ± SD / Me [LQ;UQ]			
Время операции, мин Surgerytime, min	123.02 ± 49.44 115 [85.00; 150.00]	96.24 ± 25.91 90.00 [80.00; 115.00]	< 0.000 ²
Кровопотеря, мл Bloodloss, ml	323.12 ± 260.25 200 [150.00; 425.00]	187.25 ± 137.59 150 [100.00; 200.00]	< 0.000 ²
Гемотрансфузия / Hemotransfusion, n/N (%)			
Проводилась / Yes	24 (16.67 %)	5 (3.27 %)	< 0.000 ¹
Не проводилась / No	120 (83.33 %)	148 (96.73 %)	

Примечание: ¹ – Пирсона χ^2 ; ² – критерий Манна–Уитни (U-test)

Note: ¹ – Pearson Chi-Square; ² – Mann–Whitney test

высокие риски и неблагоприятные исходы [7, 26, 27]. К сожалению, клинические и рентгенологические признаки при дегенеративной патологии оперированного позвоночника не всегда позволяют объективизировать причину хронического болевого синдрома, объяснить динамику и различие интенсивности и характера болевых проявлений, скрытых за формулировкой «СНОП» [28]. Специалисты разных профилей длительное время обсуждают корректность понимания этого термина. Для оценки и уточнения сущности синдрома необходимо иметь диагностические критерии пред-, интра-, послеоперационной анатомо-морфологической визуализации, объективные параметры функционального состояния пациента, динамику клинических симптомов и признаков. «Оперированный позвоночник» — это динамическое морфо-функциональное состояние, находящееся в пространственно-временной зависимости от репаративных особенностей и возможностей организма, дегенеративно-дистрофических из-

менений ПДС, коморбидной патологии.

Семантические свойства наречия «неудачно» вряд ли отражают сущность патологии оперированного позвоночника и больше свидетельствуют о безысходности, чем о необходимости анализа ошибок и просчетов при планировании и оперативном лечении пациентов с дегенеративно-дистрофическими заболеваниями позвоночника. А.Н. Bosscher [10] выявил, что при эпидуроскопии у ранее оперированных пациентов эпидуральные сращения подтверждаются в 95,6 %, тогда как при МРТ — лишь в 16,1 % случаев. Автор полагает, что интенсивность болевого синдрома у 84,3 % пациентов коррелирует с выраженностью эпидурального фиброза.

Одним из ограничений проведенного ретроспективного исследования является неполный охват МРТ-обследованием пациентов в послеоперационном периоде. Так, контрольное сканирование выполнено в 49 (34,03 %) случаях оперированных повторно и у

36 (23,53 %) — первично, а результаты статистически незначимы для межгруппового анализа ($p = 0,405$). В группе оперированных повторно среди пациентов с ИМТ более 30 кг/м² из 77 (53,5 %) повреждение ТМО выявлено в 12 случаях, а остальные 10 повреждений зарегистрированы с ИМТ менее 30 кг/м². Ожирение не оказало значимого влияния на непреднамеренное повреждение ТМО, хотя глубина и угол обзора операционной раны меняется и осложняет ревизионную хирургию. В связи с этим частота повреждений ТМО и эффективность повторных хирургических вмешательств зависит как от технологии, так и от техники ревизионной хирургии [29].

Проведение многоцентрового ретроспективного исследования с проспективно собранными данными и с широким охватом МРТ-исследований в до- и послеоперационном периоде позволит осуществить углубленный анализ, уточнить структуру и определить основные риски повреждения оболочек мозга при повторных хирур-

Таблица 5
Сравнение групп по причинам ревизий послеоперационной раны
Table 5
Comparison of groups by reasons for postoperative wound revisions

Параметр Parameter	Повторно оперированные Recurrent surgery n = 144	Первично оперированные First surgery n = 153	Значение p p-value
Проведение ревизии послеоперационной раны / Surgical wound revision, n/N (%)			
Проводилась Yes	12 (8.33 %)	9 (5.88 %)	0.409*
Не проводилась No	132 (91.67 %)	144 (94.12 %)	
Причины ревизии послеоперационной раны / Causes of surgical woundrevision, n/N (%)			
Гематома Hematoma	6 (50 %)	7 (77.78 %)	0.098*
Ликворея Liquorrhea	2 (16.67 %)	0 (0.00 %)	
Псевдоменингоцеле Pseudomeningocele	2 (16.67 %)	0 (0.00 %)	
Нагноение п/о раны Postsurgical wound purulence	2 (16.67 %)	0 (0.00 %)	
Дополнительная декомпрессия и переустановка винта Additional decompression and screw reinstallation	0 (0.00 %)	2 (22.22 %)	

Примечание: * — хи-квадрат Йейтса

Note: * — Yates Chi-square

гических вмешательствах у пациентов с дегенеративными заболеваниями пояснично-крестцового отдела позвоночника.

ВЫВОДЫ

1. При повторных хирургических вмешательствах у пациентов с дегенеративно-дистрофическими заболеваниями поясничного отдела позвоночника соединительно-тканый рубец в эпидуральном пространстве позвоночного канала является в 92,3 % случаев, что не только осложняет работу хирурга, но и увеличивает продолжительность операции, объем кровопоте-

ри и риск повреждения мозговых оболочек.

2. Частота повреждения ТМО при хирургии дегенеративных заболеваний позвоночника составляет 8,41 %; в группе оперированных первично оно выявлено у 3 (1,96 %) пациентов, тогда как среди оперированных повторно установлено в 22 (15,28 %) случаях. Псевдоменингоцеле при МРТ-сканировании выявлено у 4 (4,70 %) пациентов.

3. Риск повреждения ТМО у пациентов, оперированных повторно, значительно выше, чем при первичной хирургии ($p < 0,001$), показав-

тель отношения шансов (ОШ) = 9,016 [2,636; 30,839] также подтверждает эту тенденцию. Вероятность повреждения ТМО при ревизионной хирургии позвоночника указывает на целесообразность проведения проб на герметичность ТМО перед ушиванием раны.

Информация о финансировании и конфликте интересов

Исследование не имело спонсорской поддержки.

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Zileli M, Crostelli M, Grimaldi M, Mazza O, Anania C, Fornari M, et al. Natural course and diagnosis of lumbar spinal stenosis: WFNS Spine Committee Recommendations. *World Neurosurg* X. 2020; 7: 100073. doi: 10.1016/j.wnsx.2020.100073
2. Hu X, Lieberman IH. Revision adult spinal deformity surgery: does the number of previous operations have a negative impact on outcome? *Eur Spine J*. 2019; 28(1): 155-160. doi: 10.1007/s00586-018-5747-1
3. Grin AA, Nikitin AS, Yusupov SR. Surgical treatment of spinal canal stenosis at the lumbar level in the elderly and senile patients. *Russian Journal of Neurosurgery*. 2020; 22(1): 93-102. Russian (Гринь А.А., Никитин А.С., Юсупов С.Э. Хирургическая тактика лечения стеноза позвоночного канала на поясничном уровне у пациентов пожилого и старческого возраста //Нейрохирургия. 2020. Т. 22, № 1. С. 93-102.) doi: 10.17650/1683-3295-2020-22-1-93-102
4. Choi HS, Chi EH, Kim MR, Jung J, Lee J, Shin JS, et al. Demographic characteristics and medical service use of failed back surgery syndrome patients at an integrated treatment hospital focusing on complementary and alternative medicine: a retrospective review of electronic medical records. *Evid Based Complement Alternat Med*. 2014; 2014: 714389. doi: 10.1155/2014/714389
5. Alizadeh R, Sharifzadeh SR. Pathogenesis, etiology and treatment of failed back surgery syndrome. *Neurochirurgie*. 2022; 68(4): 426-431. doi: 10.1016/j.neuchi.2021.09.005
6. Harris IA, Traeger A, Stanford R, Maher CG, Buchbinder R. Lumbar spine fusion: what is the evidence? *Intern Med J*. 2018; 48(12): 1430-1434. doi: 10.1111/imj.14120
7. McCormick ZL, Kennedy DJ. Truth in medicine: why most reviews and commentaries on spine treatments are flawed. *Current Physical Medicine and Rehabilitation Reports*. 2015; 3: 124-128. <https://doi.org/10.1007/s40141-015-0080-7>
8. Hébert JJ, Abraham E, Wedderkopp N, Bigney E, Richardson E, Darling M, et al. Preoperative factors predict postoperative trajectories of pain and disability following surgery for degenerative lumbar spinal stenosis. *Spine*. 2020; 45(21): E1421-E1430. doi: 10.1097/BRS.0000000000003587
9. Le Huec JC, Seresti S, Bourret S, Cloche T, Monteiro J, Cirullo A, et al. Revision after spinal stenosis surgery. *Eur Spine J*. 2020; 29(Suppl 1): 22-38. doi: 10.1007/s00586-020-06314-w
10. Bosscher HA, Heavner JE. Incidence and severity of epidural fibrosis after back surgery: an endoscopic study. *Pain Pract*. 2010; 10(1): 18-24. doi: 10.1111/j.1533-2500.2009.00311.x
11. Daniell JR, Osti OL. Failed back surgery syndrome: a review article. *Asian Spine J*. 2018; 12(2): 372-379. doi: 10.4184/asj.2018.12.2.372
12. Parenti V, Huda F, Richardson PK, Brown D, Aulakh M, Taheri MR. Lumbar arachnoiditis: does imaging associate with clinical features? *Clin Neurol Neurosurg*. 2020; 192: 105717. doi: 10.1016/j.clineuro.2020.105717
13. Zhivotenko AP, Goldberg OA, Sorokovikov VA, Koshkaryova ZV, Shurygina IA. Formation of epidural fibrosis in case of dura mater damage during laminectomy in the experiment. *Modern Problems of Science and Education*. 2019; (4): 60. Russian (Животенко А.П., Гольдберг О.А., Сорокиков В.А., Кошкарёва З.В., Шурыгина И.А. Формирование эпидурального фиброза при повреждении твердой мозговой оболочки при ламинэтомии в эксперименте // Современные проблемы науки и образования. 2019. № 4. С. 60.) <https://doi.org/10.17513/spno.29118>
14. Alhaug OK, Dolatowski F, Austevoll I, Mjones S, Lønne G. Incidental dural tears associated with worse clinical outcomes in patients operated for lumbar spinal stenosis. *Acta Neurochir (Wien)*. 2023; 165(1): 99-106. doi: 10.1007/s00701-022-05421-5
15. Masopust V, Holubová J, Skalický P, Rokyta R, Fricová J, Lacman J, et al. Neuromodulation in the treatment of postoperative epidural fibrosis: comparison of the extent of epidural fibrosis and the effect of stimulation. *Physiol Res*. 2021; 70(3): 461-468. doi: 10.33549/physiolres.934617
16. Zhivotenko AP, Shurygina IA, Goldberg OA, Koshkaryova ZV. Mitogen-activated protein kinases and their significance in the reparative process in laminectomy: fundamental aspects. *Modern Problems of Science and Education*. 2020; (4): 151. Russian (Животенко А.П., Шурыгина И.А., Кошкарёва З.В., Гольберг О.А. Митоген-активируемые протеинкиназы и их значимость в репаративном процессе при ламинэтомии: фундаментальные аспекты //Современные проблемы науки и образования. 2020. № 4. С. 151.) <https://doi.org/10.17513/spno.29919>
17. Weigel R, Capelle HH, Al-Afif S, Krauss JK. The dimensions of "failed back surgery syndrome": what is behind a label? *Acta Neurochir (Wien)*. 2021; 163(1): 245-250. doi: 10.1007/s00701-020-04548-7
18. Sdrulla AD, Guan Y, Raja SN. Spinal cord stimulation: clinical efficacy and potential mechanisms. *Pain Pract*. 2018; 18(8): 1048-1067. doi: 10.1111/papr.12692
19. Solmaz İ, Akpınar S, Örsçelik A, Yener-Karasmav Ö, Gül D. Dextrose injections for failed back surgery syndrome: a consecutive case series. *Eur Spine J*. 2019; 28(7): 1610-1617. doi: 10.1007/s00586-019-06011-3

20. Cho JH, Lee JH, Song KS, Hong JY. Neuropathic pain after spinal surgery. *Asian Spine J.* 2017; 11(4): 642-652. doi: 10.4184/asj.2017.11.4.642
21. Baron R, Maier C, Attal N, Binder A, Bouhassira D, Cruccu G, et al. German Neuropathic Pain Research Network (DFNS), and the EUROPAIN, and NEUROPAIN consortia. Peripheral neuropathic pain: a mechanism-related organizing principle based on sensory profiles. *Pain.* 2017; 158(2): 261-272. doi: 10.1097/j.pain.0000000000000753
22. Hosseini S, Niakan A, Dehghankhalili M, Dehdab R, Shahjouei S, Rekabdar Y, et al. Effects of adhesion barrier gel on functional outcomes of patients with lumbar disc herniation surgery; A systematic review and meta-analysis of clinical trials. *Heliyon.* 2021; 7(6): e07286. doi: 10.1016/j.heliyon.2021.e07286
23. Klimov VS, Khalepa RV, Amelina EV, Evsyukov AV, Vasilenko II, Rzaev DA. The influence of comorbidity on the results of surgical treatment of elderly and senile patients with degenerative lumbar spinal stenosis. *Spine Surgery.* 2020; 17(2): 31-42. Russian (Климов В.С., Халепа Р.В., Амелина Е.В., Евсюков А.В., Василенко И.И., Рзаев Д.А. Влияние сочетанной патологии на результаты хирургического лечения пациентов пожилого и старческого возраста с дегенеративным стенозом позвоночного канала на поясничном уровне //Хирургия позвоночника. 2020. Т. 17, № 2. С. 31-42.) doi: 10.14531/ss2020.2.31-42
24. Assaker R, Zairi F. Failed back surgery syndrome: to re-operate or not to re-operate? A retrospective review of patient selection and failures. *Neurochirurgie.* 2015; 61 Suppl 1: S77-S82. doi: 10.1016/j.neuchi.2014.10.108
25. Sathish M, Eswar R. Systematic reviews and meta-analysis in spine surgery-how good are they in methodological quality? A systematic review. *Global Spine J.* 2021; 11(3): 378-399. doi: 10.1177/2192568220906810
26. Wan ZY, Shan H, Liu TF, Song F, Zhang J, Liu ZH, et al. Emerging issues questioning the current treatment strategies for lumbar disc herniation. *Front Surg.* 2022; 9: 814531. doi: 10.3389/fsurg.2022.814531
27. Manchikanti L, Knezevic NN, Sanapati SP, Sanapati MR, Kaye AD, Hirsch JA. Is percutaneous adhesiolysis effective in managing chronic low back and lower extremity pain in post-surgery syndrome: a systematic review and meta-analysis. *Curr Pain Headache Rep.* 2020; 24(6): 30. doi: 10.1007/s11916-020-00862-y
28. Ramnarayan R, Chaurasia B. The post spinal surgery syndrome: a review. *J Craniovert Jun Spine.* 2023; 14: 4-10. doi: 10.4103/jcvjs.jcvjs_118_22
29. Tumialán LM. En bloc resection of ligamentum flavum with laminotomy of the caudal lamina in the minimally invasive laminectomy: surgical anatomy and technique. *Neurosurg Focus.* 2023; 54(1): E8. doi: 10.3171/2022.10.FOCUS22601

Сведения об авторах:

Сороковиков В.А., д.м.н., профессор, директор ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии»; заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и нейрохирургии, Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования – филиал ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, г. Иркутск, Россия.

Животенко А.П., младший научный сотрудник научно-клинического отдела нейрохирургии, ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии», г. Иркутск, Россия.

Ларионов С.Н., д.м.н., ведущий научный сотрудник, заведующий научно-клинического отдела нейрохирургии, ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии», г. Иркутск, Россия.

Шурыгина И.А., д.м.н., профессор РАН, заместитель директора по научной работе, ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии», г. Иркутск, Россия.

Потапов В.Э., к.м.н., заведующий нейрохирургическим отделением, ведущий научный сотрудник научно-клинического отдела нейрохирургии, ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии», г. Иркутск, Россия.

Адрес для переписки:

Животенко Александр Петрович, ул. Борцов Революции, 1, г. Иркутск, Россия, 664003
E-mail: sivotenko1976@mail.ru

Статья поступила в редакцию: 19.04.2023

Рецензирование пройдено: 25.05.2023

Подписано в печать: 01.06.2023

Information about authors:

Sorokovikov V.A., MD, PhD, professor, director of Irkutsk Scientific Center of Surgery and Traumatology; chief of department of traumatology, orthopedics and neurosurgery, Irkutsk State Medical Academy of Postgraduate Education – the branch of Russian Academy of Continuous Professional Education, Irkutsk, Russia.

Zhivotenko A.P., junior researcher of scientific clinical department of neurosurgery, Irkutsk Scientific Center of Surgery and Traumatology, Irkutsk, Russia.

Larionov S.N., MD, PhD, leading researcher, chief of scientific clinical department of neurosurgery, Irkutsk Scientific Center of Surgery and Traumatology, Irkutsk, Russia.

Shurygina I.A., MD, PhD, professor of RAS, deputy director of scientific work, Irkutsk Scientific Center of Surgery and Traumatology, Irkutsk, Russia.

Potapov V. E., candidate of medical sciences, head of the neurosurgical unit, leading research officer at the research clinical department of neurosurgery, Irkutsk Scientific Centre of Surgery and Traumatology, Irkutsk, Russia.

Address for correspondence:

Zhivotenko Alexander Petrovich, Bortsov Revolyutsii St. 1, Irkutsk, Russia, 664003
E-mail: sivotenko1976@mail.ru

Received: 19.04.2023

Review completed: 25.05.2023

Passed for printing: 01.06.2023

СИСТЕМНЫЕ ОСОБЕННОСТИ КЛЕТОЧНОГО ИММУНИТЕТА И ПРОЦЕССЫ РЕМОДЕЛИРОВАНИЯ СУБХОНДРАЛЬНОЙ КОСТИ ПРИ РАННИХ ПРОЯВЛЕНИЯХ ИДИОПАТИЧЕСКОГО ГОНАРТРОЗА, СОПРОВОЖДАЮЩЕГОСЯ СИНОВИТОМ

SYSTEMIC FEATURES OF CELLULAR IMMUNITY AND SUBCHONDRAL BONE REMODELING IN EARLY
MANIFESTATIONS OF IDIOPATHIC GONARTHROSIS ACCOMPANIED BY SYNOVITIS

Гладкова Е.В. Gladkova E.V.
Ульянов В.Ю. Ulyanov V.Yu.
Норкин И.А. Norkin I.A.

Научно-исследовательский институт травматологии,
ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Саратовский
государственный медицинский университет имени
В.И. Разумовского» Минздрава России,

г. Саратов, Россия

Research Institute of Traumatology, Orthopedics
and Neurosurgery, Saratov State Medical University
named after V. I. Razumovsky,

Saratov, Russia

Цель исследования – изучить системные особенности клеточного иммунитета, процессы субхондрального ремоделирования и уровень экспрессии проинфламаторных цитокинов при ранних проявлениях первичного гонартроза с признаками синовита.

Материал и методы. Выполнено обследование 74 пациентов (53 женщины и 21 мужчина) в возрасте 33-52 лет с ранними проявлениями идиопатического гонартроза и признаками синовита и 61 человека (41 женщина и 20 мужчин) без заболеваний опорно-двигательного аппарата.

Результаты. У пациентов в дебюте гонартроза в сыворотке крови выявлено повышение концентрации фрагментов коллагена I типа Beta-Cross Laps, остеокальцина, лиганда рецептора-активатора ядерного фактора каппа В, фактора некроза опухоли альфа и интерлейкина-1 бета и активности костной щелочной фосфатазы на фоне снижения в крови числа Т-лимфоцитов CD3+CD8.

Выводы. Процессы субхондрального ремоделирования у пациентов с ранними проявлениями первичного гонартроза и синовитом характеризуются усилением деструкции коллагеновых структур экстрацеллюлярного матрикса костной ткани, дифференцировки и синтетической активности остеобластов. Ремоделирование костной ткани в дебюте первичного гонартроза с признаками локальной воспалительной активности связано с регуляторным влиянием лиганд-рецепторной системы, представленной остеопротегерином, рецептором-активатором ядерного фактора каппа В и лигандом рецептора-активатора ядерного фактора каппа В, реализация которого осуществляется путем нарастания синтеза лиганда рецептора-активатора ядерного фактора каппа В и повышения его соотношения к остеопротегерину. Катаболический статус субхондральной кости при первичном гонартрозе и несостоятельность процессов минерализации являются результатом дисбаланса Т-клеточных реакций, которые сопровождаются количественными нарушениями содержания цитотоксических клеток с фенотипом CD3+CD8+ в системном кровотоке, а также повыше-

Objective – to investigate the systemic features of cellular immunity, subchondral remodeling and the expression level of proinflammatory cytokines in early manifestations of primary gonarthrosis with signs of synovitis.

Material and methods. We examined 74 patients (53 women and 21 men) aged 33-52 years with early manifestations of idiopathic gonarthrosis and signs of synovitis, and 61 individuals (41 women and 20 men) without musculoskeletal diseases.

Results. In the serum of patients with gonarthrosis onset, an increase in the concentration of type I collagen Beta CrossLaps fragments, osteocalcin, receptor activator of nuclear factor kappa-B ligand, tumour necrosis factor alpha and interleukin-1 beta, as well as the activity of bone alkaline phosphatase along with a decrease in the CD3+CD8 T lymphocytes in blood, was revealed.

Conclusion. Subchondral remodeling processes in patients with early manifestations of primary gonarthrosis and synovitis are characterized by the increased destruction of collagen structures in extracellular osseous matrix as well as differentiation and synthetic activity of osteoblasts. Bone tissue remodeling at the onset of primary gonarthrosis with signs of local inflammatory is associated with the regulatory influence of the ligand-receptor system, represented by osteoprotegerin, the nuclear factor kappa-B ligand activator receptor, and the nuclear factor kappa-B ligand activator receptor released by increasing the synthesis of nuclear factor kappa-B ligand activator receptor and increasing its ratio to osteoprotegerin. The catabolic status of the subchondral bone in primary osteoarthritis and the failure of mineralization processes are the result of an imbalance in T-cell reactions accompanied by quantitative disturbances in the content of CD3+CD8+ phenotype cytotoxic cells in systemic circulation, as well as an increase in the Ratio 4/8 regulatory index. A significant role in the violation of bone tissue metabolism in

Для цитирования: Гладкова Е.В., Ульянов В.Ю., Норкин И.А. СИСТЕМНЫЕ ОСОБЕННОСТИ КЛЕТОЧНОГО ИММУНИТЕТА И ПРОЦЕССЫ РЕМОДЕЛИРОВАНИЯ СУБХОНДРАЛЬНОЙ КОСТИ ПРИ РАННИХ ПРОЯВЛЕНИЯХ ИДИОПАТИЧЕСКОГО ГОНАРТРОЗА, СОПРОВОЖДАЮЩЕГОСЯ СИНОВИТОМ //ПОЛИТРАВМА / POLYTRAUMA. 2023. № 2, С. 74-82.

Режим доступа: <http://poly-trauma.ru/index.php/pt/article/view/470>

DOI: 10.24412/1819-1495-2023-2-74-82

нием регуляторного индекса Ratio 4/8. Существенная роль в нарушении метаболизма костной ткани в дебюте первичного остеоартроза принадлежит гиперпродукции прорезорбтивных цитокинов фактора некроза опухоли альфа и интерлейкина-1 бета, повышенные концентрации которых могут быть обнаружены в сыворотке крови пациентов.

Ключевые слова: первичный гонартроз; ранние стадии; синовит; Т-клеточный иммунитет; субхондральное ремоделирование; прорезорбтивные цитокины

the onset of primary osteoarthritis belongs to hyperproduction of proresorptive cytokines of tumor necrosis factor alpha and interleukin-1 beta, their elevated concentrations can be detected in the patients' serum.

Key words: primary gonarthrosis; early stages; synovitis; T-cell immunity; subchondral remodeling; proresorptive cytokines

Остеоартрит является группой заболеваний опорно-двигательной системы, широко распространенных среди лиц старше 40 лет [1]. По прогнозам, к 2040 году число пациентов с остеоартритом составит 78 миллионов человек [2], что внесет существенный вклад в общее бремя инвалидности и будет способствовать прогрессирующему снижению качества жизни многочисленной группы тяжелых хронических пациентов. Основным клиническим проявлением остеоартрита является выраженный болевой синдром, однако возникновение симптомов остеоартрита, как правило, ассоциировано с уже сформированными необратимыми структурно-функциональными нарушениями в системе сустава, в то время как ранние стадии заболевания протекают бессимптомно [3]. Результатом поздней обращаемости, а также недостаточной чувствительности и специфичности используемых диагностических алгоритмов при остеоартрите становится снижение эффективности применяемых симптом-ориентированных консервативных методов лечения, быстрое прогрессирование заболевания и появление потребности в проведении высокотехнологичных хирургических вмешательств по поводу первичной артропластики [4].

Сложность и многофакторность патогенетических механизмов прогрессирования процессов воспалительно-дегенеративной перестройки соединительнотканых суставных элементов требует детального изучения, что позволит существенно повысить эффективность существующих диагностических стратегий и вывести терапевтические подходы, разрабатываемые в отношении остеоартрита крупных суставов, на болезнь-модифицирующие позиции.

Следует отметить, что в результате получения новых знаний, ка-

сающихся патогенетических механизмов развития процессов воспалительной деструкции суставов, за последние годы первоначальная парадигма представлений об остеоартрите как о механическом возрастном износе и деструкции суставного хряща претерпела существенные изменения [5]. Общепризнано, что диагноз «Остеоартроз» объединяет большую полиэтиологическую группу заболеваний с общими патогенетическими механизмами прогрессирования процессов воспалительной деструкции, которые охватывают суставной хрящ, субхондральную кость, синовиальную оболочку, связочный аппарат и окружающие мышечные ткани. Система пораженного сустава представляет собой единый орган, реагирующий на изменения гомеостаза всеми своими компонентами. [6]. Согласно сформированным на сегодняшний день взглядам, остеоартрит является многофакторным заболеванием с выраженным иммунным ответом, гипертрофией субхондральной кости с возникновением склерозированных участков и образованием остеофитов, гиперплазией синовиальной оболочки, развитием фиброза связочного аппарата в условиях повышенной выработки цитокинов, хемокинов и других медиаторов воспаления [7]. Решающее значение в патогенезе ранних проявлений остеоартрита отводят изменениям в костных структурах, обусловленным перераспределением механических нагрузок на границе взаимодействия твердой (субхондральной кости) и мягких тканей (суставного хряща) [8]. Результатом аномальных биомеханических соотношений становится возникновение микротрещин в субхондральной кости, вовлечение в патологический процесс костного мозга, формирование синдрома венозного выхода, снижение перфузии и возникновение

хронической тканевой гипоксии [9]. Неблагоприятные механо-метаболические события в суставных компонентах сопровождаются нарушением цитокиновых профилей остеобластов, которые наряду с остеокластами и макрофагами обеспечивают процессы субхондрального ремоделирования при остеоартрите [10, 11].

К основным критическим молекулярным медиаторам патологической перестройки субхондральной кости относят прорезорбтивные цитокины интерлейкина-6 (IL-6), интерлейкина-1 бета (IL-1 β) и фактора некроза опухоли-альфа (TNF- α), воздействие которых реализуется через синергичное стимулирование остеокласт-опосредованной костной резорбции [12]. В активации дифференцировки и пролиферации остеобластов немаловажная роль принадлежит морфогенетическим белкам (BMP-2 и -4), а также трансформирующим факторам роста (TGF- β 1), которые синтезируются моноцитами и макрофагами, мигрирующими в зону возникающих повреждений субхондральной кости. Особенности стимуляции адаптивной иммунной системы при остеоартрите идентичны с медленно срастающимися переломами [13]. При остеоартрите происходит активация как остеобластов, так и остеокластов, а образование остеоидной ткани, формирование участков склероза и возникновение остеофитов связаны с репаративными процессами, сопровождающимися усилением ангиогенеза и нарушениями процессов минерализации. Следствием локального воспалительного процесса может становиться функциональная недостаточность остеобластов, демонстрирующих аномально медленную пролиферацию и низкую способность к минерализации [14].

Изменения в субхондральной кости неразрывно связаны с ремо-

делированием суставного хряща, неоваскулярная инвазия которого при остеоартрите сопровождается гипертрофической дифференцировкой хондроцитов и остеоцитов, гиперэкспрессией матриксных металлопротеиназ (ММР-1, -3, -9, -13) и провоспалительных цитокинов, способствующих усилению катаболических процессов в суставных тканях [15]. Повышаются концентрации прорезорбтивных факторов, присутствующих как локально в синовиальной среде, так и системно — в сыворотке крови, что может свидетельствовать о признаках функциональной несостоятельности факторов иммунной защиты [16].

Основные катаболические цитокины IL-1 β и TNF- α накапливаются вследствие активации мононуклеаров и синовиоцитов и негативно влияют на функциональную активность остеобластов, хондроцитов, остеобластов, клеток синовиальной оболочки, остеокластов [17], угнетая синтез основных высокомолекулярных компонентов экстрацеллюлярного матрикса суставного хряща и коллагена II типа, а также способствуя апоптозу хондроцитов [18]. Патофизиологическая значимость IL-1 при остеоартрите связана с повышением экскреции кальция, активацией остеобластов и снижением выработки остеокальцина, что способствует преобладанию катаболических процессов в субхондральной кости [19]. Немаловажная роль в воспалительной перестройке субхондральной кости, дегенерации суставного хряща, гиперплазии и гипертрофии синовиальной оболочки при остеоартрите принадлежит также IL-8, -15, -17, -18, -20 [20].

Ключевое значение в патогенезе остеоартрита имеют нарушения в системе гуморального и клеточного иммунитета. Так, Rosshirt N. et al. (2021) представили доказательства вовлечения иммунной системы в поддержание воспалительного статуса суставных тканей в дебюте первичного остеоартрита [21]. Expand N., Trout R. (2020) установили ведущее значение синовиальной инфильтрации активированными Т-лимфоцитами (CD4+), сопровождающейся экспрессией IL-6 и

IL-4, избыточно стимулирующими катаболические ферментные системы [22]. Известно также, что особенности иммунологического статуса пациентов находятся в определенной зависимости от этиологии заболевания [23].

Решающая роль в обеспечении процессов иммунной регуляции ремоделирования костной ткани принадлежит системе, представленной активатором остеопротегерина/рецептором системы лиганда ядерного фактора каппа-В (OPG/RANK/RANKL) [24]. Синтез RANKL Т-клетками и образование OPG влияют на костную резорбцию через активацию и дифференцировку остеокластов, обеспечивая динамические взаимосвязи между костной и иммунной системами [25, 26].

Таким образом, научным сообществом поддержана гипотеза об участии иммуноопосредованных процессов субхондрального ремоделирования в реализации ведущих патогенетических паттернов при остеоартрите. Однако взаимосвязи между воспалительно-деструктивной перестройкой костной ткани и клеточным иммунным ответом при ранних стадиях заболевания остаются спорными, что диктует необходимость проведения дополнительных исследований.

Цель — изучить системные особенности клеточного иммунитета, процессы субхондрального ремоделирования и уровень экспрессии прорезорбтивных цитокинов при ранних проявлениях первичного гонартроза с признаками синовита.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В исследовании, проведенном на базе НИИТОН ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, приняли участие 74 пациента основной группы (53 женщины и 21 мужчина) в возрасте 33-52 лет с ранними (малосимптомными) проявлениями идиопатического остеоартрита с преимущественным поражением коленных суставов — гонартрозом, у которых отмечали признаки синовита по данным ультразвукового исследования (УЗИ). В контрольную группу вошли 41 женщина и 20 мужчин без заболеваний опор-

но-двигательной системы того же возраста. Критерием включения в исследование стало добровольное информированное согласие участников.

Критериями исключения из исследования явились травматические повреждения коленных суставов, наличие соматических заболеваний, влияющих на результаты обследования, индекс массы тела (ИМТ) более 28,9, состояние менопаузы, недавние хирургические вмешательства, прием препаратов, способных изменить значения исследуемых лабораторных маркеров, а также наличие онкологических заболеваний.

Проведенное исследование было одобрено локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России (протокол № 2 от 02.02.2022 г.), соответствовало этическим стандартам, разработанным в соответствии с Хельсинкской декларацией Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» с поправками 2013 г. и «Правилами клинической практики в Российской Федерации», утвержденными Приказом Минздрава РФ от 19.06.2003 г. № 266. Все лица, участвовавшие в исследовании, дали на это свое информированное согласие.

Болевой синдром оценен по десятибалльной визуально-аналоговой шкале (ВАШ), проведено анкетирование KOSS (Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score) и WOMAC (Western Ontario and McMaster University Osteoarthritis Index).

Рентгенография коленных суставов была выполнена в двух проекциях на аппарате «Opera Swing» («GMM Group», Италия) с оценкой по шкале Kellgren J.H., Lawrence J.S. (1957) [27], с учетом критериев Altman R. (1986) [28]. При выявлении ранних стадий остеоартрита учитывали рекомендации американской Коллегии ревматологов и Клинические рекомендации по диагностике и лечению гонартроза, разработанные Ассоциациями травматологов-ортопедов России и ревматологов России и

утвержденные Минздравом России в сентябре 2021 г. [29].

С целью выявления пациентов с нарушениями минеральной плотности костной ткани (остеопороз, остеопения) проводили двухэнергетическую рентгеновскую абсорбциометрию на денситометре «GE LUNAR PRODIGY» («General Electric», США), исключая из дальнейшего исследования пациентов со значениями, превышающими ± 1 SD. УЗИ проводили на аппарате Siemens Acuson S-2000 («Siemens AG», Германия).

Оценка состояния субхондрального ремоделирования проведена на основании показателей биохимических маркеров в сыворотке крови, отражающих метаболические процессы в костной ткани. Методом твердофазного иммуноферментного анализа (ИФА) изучали концентрации остеокальцина (OC), лиганд рецептора-активатора ядерного фактора каппа В (RANKL), С-терминальных фрагментов молекул коллагена I типа, образующихся при его деградации коллагена I типа (Beta CrossLaps), остеопрогерина (OPG) и активности костного изофермента щелочной фосфатазы (BAP) при помощи коммерческих наборов реактивов: «Enzyme-linked Immunosorbent Assay Kit for Osteocalcin (OC)» («Cloud-Clone Corp.», Китай); «Receptor Activator of Nuclear Factor Kappa B Ligand (RANKL)» («Cloud-Clone Corp.», Китай); «Enzyme-Linked Immunosorbent Assay Kit for Beta CrossLaps (bCTX)» («Cloud-Clone Corp.», Китай); «OPG» («Bio-medica Medizinprodukte GmbH», Австрия); «An Enzyme Immunoassay For the Quantitation of Bone-Specific Alkaline Phosphatase (BAP) in Human Serum» («Quidel Corporation Products», США). Результаты считаны на анализаторе «Anthos 2020» («Biohrom Ltd.», Великобритания). Концентрации в сыворотке крови TNF- α , IL-1 β и IL-6 также определяли методом твердофазного ИФА, применяя наборы реактивов производства «Вектор Бест», Новосибирск, Россия.

Оценка клеточного иммунитета была осуществлена на основании изучения количественного состава основных популяций

лимфоцитов (CD3+CD4+ CD8+, измеренных в образцах венозной крови методом проточной цитофлуориметрии на аппарате «BD FACS Canto™ II» («Becton Dickinson», США). Применяли наборы «BD Multitest™ 6-Color TBNK» («Becton Dickinson», США), позволяющие дифференцировать Т-, В- и NK-клетки.

Статистическая обработка полученных результатов проведена с вычислением критериев Колмогорова—Смирнова и Шапиро—Уилка. При сравнении данных, распределение которых отличалось от нормального, использовали непараметрический критерий Манна—Уитни, представляя результаты в виде медианы (Me) и интерквартильного размаха (Q1 и Q3). Результаты учитывали при уровне $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

При опросе пациенты основной группы не отмечали каких-либо затруднений, связанных с коленными суставами при выполнении обычных трудовых или бытовых функций. Суммарный итог по опроснику KOSS составлял в основной группе 85,2 (80,4; 93,9) балла, порядка 20 % пациентов отмечали эпизоды утренней скованности в коленных суставах, при пальпации у них выявляли отечность мягких тканей и крепитацию. Индекс ВАШ в покое составил 1,7 (0,8; 2,0) мм, при движении — 2,2 (1,5; 2,7) мм, что соответствовало слабой боли; WOMAC — 7,6 (5,9; 9,6) балла.

Стандартная рентгенография подтверждала наличие 0-I стадии остеоартрита у пациентов основной группы согласно критериям Kellgren J.H., Lawrence J.S., что демонстрировало достаточно низкую информативность метода при выявлении ранних признаков ремоделирования участков субхондральной кости. Кабалык М.А. и соавт. в 2017 г. предложили применять шкалу количественного учета текстурных изменений субхондральной кости, что позволит повысить информативность методов оценки ее структурных изменений [31].

При проведении УЗИ у пациентов основной группы выявляли синовит, что свидетельствовало о

локальной воспалительной активности. Кроме того, отмечали неоднородную поверхность суставного хряща, дегенеративные изменения менисков, повышение параметров эхогенности связочного аппарата. При ранних проявлениях гонартроза толщина суставного хряща в области пателло-фemorального сочленения составляла 2,5 (2,0; 2,9) мм; в группе контроля — 2,6 (2,1; 3,0) мм.

В зарубежной клинической практике распространены диагностические алгоритмы, отражающие метаболические процессы в суставных тканях [32]. Для оценки состояния субхондральной кости исследуют фрагменты коллагена I типа, отражающие катаболический статус субхондральной кости при остеоартрите, ассоциированного с хроническим воспалением [33]. Проведенные нами измерения маркеров костного ремоделирования демонстрировали изменения их значений у пациентов с остеоартритом (табл. 1).

Нарастание в 2,07 раза Beta Cross Laps (bCTX) у пациентов основной группы по сравнению с контрольными значениями свидетельствовало об интенсификации дезорганизации молекул коллагена I типа, сопровождающей усиленную резорбцию костной ткани с участием системы матриксных металлопротеиназ, что было ранее доказано в отношении поздних проявлений остеоартрита [34]. Известно, что изомеризованные телопептиды являются специфичными продуктами деструкции коллагена I типа и позволяют судить о состоянии субхондральной кости [35].

О нарастании синтетической активности остеобластов и усилении процессов костного ремоделирования при остеоартрите свидетельствовало увеличение концентрации полипептидных N-MID фрагментов молекул ОК в сыворотке крови пациентов основной группы в 1,1 раза против контрольных значений. Повышение уровней данного белка в биологических средах отмечается при усилении костного обмена [36]. Об интенсификации дифференцировки остеобластов, усилении процессов костеобразования свидетельствовало также увеличение

Таблица 1

Биохимический профиль сыворотки крови у пациентов с начальными проявлениями первичного гонартроза

Table 1

Biochemical serum profile in patients with initial manifestations of primary gonarthrosis

Показатель Marker	Группа / Cohort		Уровень (p) p-value
	Основная группа Main cohort (n = 74)	Группа контроля The controls (n = 61)	
Активность костной щелочной фосфатазы, ед/л Bone phosphate ase activity, u/L	32.22 (29.79; 35.36)	24.1 (22.8; 25.1)	*p = 0.000074
Концентрация остеокальцина, нг/мл Osteocalcin concentration, ng/mL	23.40 (22.0; 25.48)	21.2 (17.41; 23.16)	*p = 0.0000021
Концентрация остеопротегерина, нг/мл Osteoprotegerin concentration, ng/mL	4.68 (3.65; 5.80)	4.89 (4.20; 5.81)	p = 0.117
Концентрация RANKL, нг/мл RANKL concentration, ng/mL	0.773 (0.591; 0.974)	0.415 (0.356; 0.537)	*p = 0.000000037
Концентрация фрагментов коллагена I типа Beta-Cross Laps, нг/мл Type I collagen fragments Beta-Cross Laps concentration, ng/mL	0.734 (0.638; 0.863)	0.355 (0.306; 0.472)	*p = 0.000000029

Примечание: Me (25%; 75%), * – статистически значимые различия значений при $p < 0.05$ критерию Манна–Уитни между основной группой и группой контроля

Note: Me (25%; 75%), * – statistically significant differences in values at $p < 0.05$ according to the Mann–Whitney test between the main cohort and the controls

активности ВАР, превышавшее в 1,34 раза контрольные значения. Принимая во внимание участие данного фермента в процессах минерализации субхондральной кости, а также в реорганизации суставного хряща, в том числе через механизм микрокристаллического стресса хондроцитов [31], можно предположить существование единых паттернов ремоделирования субхондральной кости и суставного хряща в патогенезе ранних стадий остеоартрита.

Выявленные нами изменения подтверждают нарушения в системе субхондральной кости в дебюте гонартроза, что отражено в других работах [37]. Ведущим механизмом регуляции ремоделирования субхондральной кости при симптоматическом остеоартрите является усиление синтеза остеоклестами молекул RANKL, приводящее к изменениям процессов минерализации стержневых и пластинчатых структур в трабекулярной кости и сопровождающееся микропереломами [23]. Нарушения в системе OPG-RANKL-RANK способствуют аномальную дифференцировку остеокластов [24], способствующую разобщению остеосинтетических и резорбтивных процессов в субхондральной кости. В ос-

новной группе констатировали существенное увеличение RANKL в 1,86 раза, что значимо снижало индекс OPG/RANKL в 1,95 раза: до 6,05 против 11,78 (табл. 1). Гиперпродукция RANKL стимулирует остеокластную дифференцировку и активность, приводя к преобладанию резорбтивных процессов. Известно, что RANKL преимущественно экспрессируется на Т-хелперах, при активации которых наблюдается индукция белка с повышением остеокластогенеза и усугублением костной резорбции с последующей потерей костной массы [38].

Инфильтрация синовиальных тканей при остеоартрите макрофагами и Т-лимфоцитами, активация врожденного иммунитета демонстрирует сходство с медленно срастающимися переломами. В синовиальной оболочке наиболее распространены моноциты/макрофаги CD14+ и Т-хелперы CD4+, а также тучные клетки [39]. Подтверждена миграция Т- и В-лимфоцитов и перемещение макрофагов в локусы повреждения костной ткани как основных эффекторов иммунного ответа при остеоартрите [40]. Установлено, что Т-клеточные локальные и системные биологические эффекты играют существенную

роль в патогенезе остеоартрита, что сопровождается существенными изменениями их количественных профилей в крови и синовиальной среде [41]. В-клетки и гранулоциты также могут инфильтрировать синовиальную оболочку. Макрофаги, тучные клетки и натуральные киллеры участвуют в раннем воспалительном ответе при остеоартрите, тогда как CD4+клетки и В-лимфоциты ответственны за хронизацию процесса [42].

Нами выявлены признаки количественных изменений лимфоцитов в крови пациентов основной группы (табл. 2).

Согласно данным таблицы 2, в основной группе было снижено количество Т-клеток в 1,65 раза за счет популяции цитотоксических (CD3+CD8+) лимфоцитов, количество которых уменьшалось в 1,88 раза, что может быть обусловлено их миграцией в очаги локального воспаления [43]. Известно, что в синовиальной среде пациентов с остеоартритом преобладают активированные CD8-клетки воспалительного фенотипа, экспрессирующие IL-1 β и IL-17A, поддерживающие катаболический статус суставного хряща через механизмы активации протеолитических ферментов и угнетения синте-

Таблица 2
Субпопуляции лимфоцитов крови при ранних проявлениях первичного гонартроза
Table 2
Subpopulations of blood lymphocytes in early manifestations of primary gonarthrosis

Субпопуляции лимфоцитов крови Lymphocyte subpopulations	Группа / Cohort		Уровень (p) p-value
	Основная группа Main cohort (n = 74)	Группа контроля The controls (n = 61)	
Т-лимфоциты CD3+, клеток/мкл CD3+T-lymphocytes, cells/ μ L	1081.80 (855.00; 1254.13)	1780.00 (1049.81; 1809.00)	*p = 0.000897
Т-хелперы CD3+CD4+, клеток/мкл CD3+CD4+ T-helpers, cells/ μ L	758.40 (588.00; 855.05)	973.20 (660.90; 1064.39)	p = 0.070279
Т-цитотоксические CD3+CD8+, клеток/мкл CD3+CD8+ T-cytotoxic cells, cells/ μ L	371.65 (254.16; 419.13)	700.00 (510.00; 727.32)	*p = 0.0000003
НК-натуральные киллеры CD16+CD56+, клеток/мкл CD16+CD56+ NK-naturalkillers, cells/ μ L	220.41 (170.00; 327.88)	173.95 (152.00; 276.00)	p = 0.228519
В-клетки CD19+, клеток/мкл CD19+ B-cells, cells/ μ L	190.93 (123.3; 258.00)	183.95 (162.00; 276.00)	p = 0.051
Иммунорегуляторный индекс 4/8 Immunoregulatory index 4/8 ratio	2.38 (2.08; 3.15)	1.38 (1.28; 170)	*p = 0.0000665

Примечание: Ме (25%; 75%), * – статистически значимые отличия между основной группой и группой контроля по критерию Манна–Уитни при $p < 0.05$

Note: Me (25%; 75%), * – statistically significant differences between the main cohort and the controls according to the Mann–Whitney test at $p < 0.05$

тической активности хондроцитов [44]. Также у пациентов основной группы повышалось соотношение в 1,72 раза CD4+/CD8+, что может быть обусловлено аутоиммунными процессами [45].

Провоспалительный статус пациентов с гонартрозом поддерживался высокими уровнями концентрации прорезорбтивных цитокинов в сыворотке крови (табл. 3).

Согласно данным, представленным в таблице 3, основная роль в реализации процессов субхондрального ремоделирования в дебюте первичного гонартроза принадлежит избыточной экспрессии IL-1 β и TNF- α , концентрации которых против контрольных значений увеличивались в 1,85 и 1,9 раза соответственно.

Значимая регуляторная роль в разобщении процессов ремоделирования субхондральной кости в патогенезе остеоартрита принадлежит системе цитокиновой регуляции. Гиперпродукция медиаторов, участвующих в прогрессировании остеоартрита связана с воспалительно-клеточной инфильтрацией суставных тканей и избыточным выбросом продуктов деструкции суставного хряща и субхондральную кость [18, 23]. Синовит характери-

зуется усиленной пролиферацией клеток-резидентов синовиальной среды и иммунокомпетентных клеток, мигрирующих в очаг локальной деструкции суставных тканей и способствующих ремоделированию субхондральной кости [22].

ОБСУЖДЕНИЕ

В результате проведенного исследования установлены биохимические признаки ремоделирования субхондральной кости при ранних (0-I) рентгенологических стадиях первичного гонартроза с признаками синовита, которое может быть охарактеризовано усилением процессов костеобразования и костной резорбции.

Известна иммуномодулирующая роль лигадн-рецепторной системы OPG-RANKL-RANK в регуляции уровня костной резорбции у пациентов с симптоматическими формами остеоартрита [23]. Полученные в ходе проведения исследования результаты подтвердили усиление действия RANKL, ведущее к существенному снижению индекса OPG/RANKL при ранних проявлениях гонартроза с признаками синовита.

Костная ткань и иммунная система демонстрируют тесные взаимос-

вязи, обусловленные общностью происхождения и сходством регуляторных молекулярно-клеточных механизмов [40]. Нами установлено, что ранние проявления субхондрального ремоделирования в дебюте остеоартрита сопровождаются системными нарушениями в клеточном звене иммунитета, заключающимися в существенном снижении количества циркулирующих Т-клеток — преимущественно за счет популяции цитотоксических лимфоцитов, экспрессирующих маркеры детерминации CD3+CD8+, а также повышении иммунорегуляторного индекса Ratio 4/8. Предположительно данные изменения могут быть обусловлены миграцией иммунокомпетентных клеток в область воспалительной деструкции экстрацеллюлярного матрикса суставного хряща и субхондральной кости, сопровождающейся повышением антигенной нагрузки и фенотипической модификацией клеточных элементов [42, 45].

Об усилении иммунного ответа с участием Т-лимфоцитов, моноцитов и макрофагов свидетельствовало также повышение концентрации провоспалительного цитокина TNF- α , стимулирующего пролиферацию и дифференциров-

ку ряда иммунокомпетентных клеток и усиливающего их миграцию в очаг воспаления. Известно, что IL-1 β играет важную роль в развитии как местного, так и системного воспалительного процесса [17]. Выявленная гиперпродукция IL-1 β , вероятно, является одним из ключевых медиаторов, ответственных за поддержание катаболического статуса скелетных соединительных тканей при раннем остеоартрите. Таким образом, нельзя исключить участие IL-1 β , TNF- α в реализации как локальных прорезорбтивных эффектов данных цитокинов в отношении глубоких нарушений ремоделирования субхондральной кости при начальных проявлениях остеоартрита, так и их системных провоспалительных эффектов, связанных с модуляцией дисбаланса клеточного и гуморального ответа в условиях возрастания антигенной нагрузки, обусловленной процессами деструкции суставных тканей.

ВЫВОДЫ

1. Процессы субхондрального ремоделирования у пациентов с ранними проявлениями первичного гонартроза и синовитом характеризуются статистически значимым повышением концентрации в сыворотке крови фрагментов коллагена I типа Beta-Cross Laps в 2,07 раза, остеокальцина — в 1,1 раза и активности костного изофермента щелочной фосфатазы — в 1,34 раза по сравнению с контрольными значениями, что свидетельствует об интенсификации деструкции матрикса костной ткани на фоне усиления дифференцировки и синтетической активности остеобластов.

Таблица 3

Концентрации провоспалительных цитокинов в сыворотке крови пациентов с ранними проявлениями первичного гонартроза

Table 3

Pro-inflammatory cytokine serum concentrations in patients with early manifestations of primary gonarthrosis

Показатель Marker	Группа / Cohort		Уровень (p) p-value
	Основная группа Main cohort (n = 74)	Группа контроля The controls (n = 61)	
IL-1 β , пг/мл IL-1 β , pg/ml	6.29 (4.65; 8.14)	3.41 (2.62; 4.13)	*p = 0.000013
TNF- α , пг/мл TNF- α , pg/ml	7.02 (5.49; 8.69)	3.7 (3.19; 4.38)	*p = 0.00000029
IL-6, пг/мл IL-6, pg/ml	3.03 (2.70; 3.49)	3.16 (2.62; 4.46)	p = 0.4309

Примечание: Ме (25%; 75%), * – значимые различия между основной группой и группой контроля по критерию Манна-Уитни при p < 0.05

Note: Me (25%; 75%), * – statistically significant differences between the main cohort and the controls according to the Mann-Whitney test at p < 0.05

2. Ремоделирование костной ткани при ранних проявлениях первичного гонартроза на фоне синовита характеризуется усилением поступления в 1,86 раза RANKL в сыворотку крови, что сопровождается снижением в 1,95 раза соотношения OPG/RANKL.

3. Дисбаланс в системе Т-клеточного иммунитета при ранних проявлениях первичного гонартроза отличается снижением количества CD3+лимфоцитов в 1,65 раза, цитотоксических лимфоцитов CD3+CD8+ — в 1,88 раза, что сопровождается повышением регуляторного индекса Ratio 4/8.

4. Нарушения метаболических процессов в субхондральной кости в дебюте первичного гонартроза ассоциированы с гиперпродукцией прорезорбтивных цитокинов IL-1 β и TNF- α , концентрация которых

превышает нормальные значения в 1,85 и 1,9 раза.

Информация о финансировании и конфликте интересов

Исследование выполнено в рамках НИР «Разработка цифровой персонализированной интеллектуальной системы объективизации субхондрального ремоделирования для ранней диагностики гонартроза на основе математической модели прогнозирования прогрессирования воспалительно-дегенеративных изменений в опорных соединительных тканях», номер государственной регистрации НИОКТР 122022700115-5.

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

- Alekseeva LI, Taskina EA, Kashevarova NG. Osteoarthritis: epidemiology, classification, risk factors, and progression, clinical presentation, diagnosis, and treatment. *Modern Rheumatology Journal*. 2019; 13(2): 9-21. Russian (Алексеева Л.И., Таскина Е.А., Кашеварова Н.Г. Остеоартрит: эпидемиология, классификация, факторы риска и прогрессирования, клиника, диагностика, лечение //Современная ревматология. 2019. Т. 13, №. 2. С. 9-21.) DOI: 10.14412/1996-7012-2019-2-9-21
- Hootman JM, Helmick CG, Barbour KE, Theis KA, Boring MA. Updated projected prevalence of self-reported doctor-diagnosed arthritis and arthritis-attributable activity limitation among US adults, 2015-2040. *Arthritis Rheumatol*. 2016; 68(7): 1582-1587. DOI: 10.1002/art.39692
- Sumnaya DB, Manaeva NI, Gurova NE, Bykov EV, Kinzersky AA, Sadvova VA, et al. Comparative efficacy of autoplasm and hyaluronic acid in young patients with osteoarthritis of the knee joints against the background of chondropathy of tibial tuberosity. *Deutsche Internationale Zeitschrift für zeitgenössische Wissenschaft*. 2021; 9(1): 26-30. Russian (Сумная Д.Б., Манаева Н.И., Гурова Н.Е., Быков Е.В., Кинзерский А.А., Садова В.А. и др. Сравнительная эффективность применения аутоплазмы и гиалуроновой кислоты у молодых пациентов при остеоартрите коленных суставов на фоне перенесенной хондропатии бугристости большеберцовой кости //Deutsche Internationale Zeitschrift für zeitgenössische Wissenschaft. 2021. Т. 9, № 1. С. 26-30.)
- Baranovsky AA, Urazovskaya IL, Mansurov DSh, Saiganov SA, Mazurov VI, Tkachenko AN, et al. Organization of treatment of osteo-

- arthritis of the knee joint. *Uzbek Journal of Case Reports*. 2022; 2(3): 37-45. Russian (Барановский А.А., Уразовская И.Л., Мансуров Д.Ш., Сайганов С.А., Мазуров В.И., Ткаченко А.Н. и др. Организация лечения остеоартрита коленного сустава //Uzbek journal of case reports. 2022. Т. 2, № 3. С. 37-45.) DOI: 10.55620/ujcr.2.3.2022.5
5. Lana JFSD, Rodrigues BL. Osteoarthritis as a chronic inflammatory disease: a review of the inflammatory markers. *Osteoarthritis bio-markers and treatments*. 2019. DOI: 10.5772/intechopen.82565
 6. Nasonova VA. Osteoarthritis – the polymorbidity problem. *Consilium Medicum*. 2009; 11(2): 5-8. Russian (Насонова В.А. Остеоартроз – проблема полиморбидности //Consilium Medicum. 2009. Т. 11, № 2. С. 5-8.)
 7. Aspden RM, Saunders FR. Osteoarthritis as an organ disease: from the cradle to the grave. *Eur Cell Mate*. 2021; (37): 74-87. DOI: 10.22203/eCM.v037a06
 8. Zhen G, Guo Q, Li Y, Wu C, Zhu S, Wang R, et al. Mechanical stress determines the configuration of TGFβ activation in articular cartilage. *Nat Commun*. 2021; 12(1): 1706. DOI: 10.1038/s41467-021-21948-0
 9. Güneş S, Şehim K, Cüneyt K, Gökmen D, Küçükdeveci AA. Is there a connection between venous insufficiency and osteoarthritis of the knee joint? *Turkish Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2022; 66(1): 40-46. DOI: 10.5606/tftrd.2020.5110
 10. Donell S. Subchondral bone remodelling in osteoarthritis. *EFORT Open Rev*. 2019; 4(6): 221-229. DOI: 10.1302/2058-5241.4.180102
 11. Zhu S, Zhu J, Zhen G, Hu Y, An S, Li Y, et al. Subchondral bone osteoclasts induce sensory innervation and osteoarthritis pain. *J Clin Invest*. 2019; 129(3): 1076-1093. DOI: 10.1172/JCI121561
 12. Jrad AIS, Trad M, Bzeih W, El Hasbani G, Uthman I. Role of pro-inflammatory interleukins in osteoarthritis: a narrative review. *Connect Tissue Res*. 2022; (21): 1-10. DOI: 10.1080/03008207.2022.2157270
 13. Loi F, Córdova LA, Pajarinen J, Lin TH, Yao Z, Goodman SB. Inflammation, fracture and bone repair. *Bone*. 2016; (86): 119-130. DOI: 10.1016/j.bone.2016.02.020
 14. Jiang A, Xu P, Sun S, Zhao Z, Tan Q, Li W, et al. Cellular alterations and crosstalk in the osteochondral joint in osteoarthritis and promising therapeutic strategies. *Connect Tissue Res*. 2021; 62(6): 709-719. DOI: 10.1080/03008207.2020.1870969
 15. Mehana EE, Khafaga AF, El-Blehi SS. The role of matrix metalloproteinases in osteoarthritis pathogenesis: an updated review. *Life Sci*. 2019; (234): 116786. DOI: 10.1016/j.lfs.2019.116786
 16. Mamonova IA, Gladkova EV, Ulyanov VYu, Babushkina IV, Belova SV, Puchinyan DM, et al. The characteristics of cellular element of immunity before and after endoprosthesis of large joints. *Saratov Journal of Medical Scientific Research*. 2016; 12(2): 182-185. Russian (Мамонова И.А., Гладкова Е.В., Ульянов В.Ю., Бабушкина И.В., Белова С.В., Пучиньян Д.М. и др. Особенности состояния клеточного звена иммунитета до и после эндопротезирования крупных суставов //Саратовский научно-медицинский журнал. 2016. Т. 12, № 2. С. 182-185.)
 17. Balabanova RM. Osteoarthrosis or osteoarthritis? A current view of the disease and its treatment. *Modern Rheumatology Journal*. 2013; 7(3): 67-70. Russian (Балабанова Р.М. Остеоартроз или остеоартрит? Современное представление о болезни и ее лечении //Современная ревматология. 2013. Т. 7, № 3. С. 67-70.) DOI: 10.14412/1996-7012-2013-276
 18. Raymuviev KV, Ishenko AM, Malyshev ME. Pro-inflammatory and anti-inflammatory cytokines in the pathogenesis of osteoarthritis. *Herald of North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov*. 2018; 10(3): 19-27. Russian (Раймуев К.В., Ищенко А.М., Малышев М.Е. Провоспалительные и противовоспалительные цитокины в патогенезе остеоартрита //Вестник Северо-Западного государственного медицинского университета им. И.И. Мечникова. 2018. Т. 10, № 3. С. 19-27.) DOI: 10.17816/mechnikov201810319-27
 19. Zhang G, Yin C, Wu R, Wang R, Qin Y, Lyu S. A gene expression analysis and immune infiltration between lesioned and preserved subchondral bone in osteoarthritis. *BioRxiv*. 2022.09.12.507705. DOI: 10.1101/2022.09.12.507705
 20. Koh SM, Chan CK, Teo SH, Singh S, Merican A, Ng WM, et al. Elevated plasma and synovial fluid interleukin-8 and interleukin-18 may be associated with the pathogenesis of knee osteoarthritis. *Knee*. 2020; 27(1): 26-35. DOI: 10.1016/j.knee.2019.10.028
 21. Rosshirt N, Trauth R, Platzner H, Tripel E, Nees TA, Lorenz HM, et al. Proinflammatory T cell polarization is already present in patients with early knee osteoarthritis. *Arthritis Res Ther*. 2021; 23(1): 37. DOI: 10.1186/s13075-020-02410-w
 22. Yu D, Hu J, Sheng Z, Fu G, Wang Y, Chen Y, et al. Dual roles of misshapen/NIK-related kinase (MINK1) in osteoarthritis subtypes through the activation of TGFβ signaling. *Osteoarthritis Cartilage*. 2020; 28(1): 112-121. DOI: 10.1016/j.joca.2019.09.009
 23. Chepeleva MV, Shved NS. Immunological special features of large joint osteoarthrosis of different etiology. *Genius of Ortopedics*. 2012; (2): 107-111. Russian (Чепелева М.В., Швед Н.С. Иммунологические особенности остеоартроза крупных суставов различной этиологии //Гений ортопедии. 2012. № 2. С. 107-111.)
 24. Harrell CR, Markovic BS, Fellabaum C, Arsenijevic A, Volarevic V. Mesenchymal stem cell-based therapy of osteoarthritis: current knowledge and future perspectives. *Biomed Pharmacother*. 2019; (109): 2318-2326. DOI: 10.1016/j.biopha.2018.11.099
 25. Mirzaei-Dizgah MR, Mirzaei-Dizgah MH, Mirzaei-Dizgah I, Karami M, Forogh B. Osteoprotegerin changes in saliva and serum of patients with knee osteoarthritis. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol*. 2022; 66(1): 47-51. DOI: 10.1016/j.recot.2021.02.003
 26. Tateiwa D, Yoshikawa H, Kaito T. Cartilage and Bone Destruction in Arthritis: pathogenesis and treatment strategy: a literature review. *Cells*. 2019; 8(8): 818. DOI: 10.3390/cells8080818
 27. Kellgren JH, Lawrence JS. Radiological assessment of osteoarthritis. *Ann Rheum Dis*. 1957; (16): 494-502. DOI: 10.1136/ard.16.4.49420
 28. Altman R, Asch E, Bloch D, Bole G, Borenstein D, Brandt K, et al. Development of criteria for the classification and reporting of osteoarthritis. Classification of osteoarthritis of the knee. Diagnostic and therapeutic criteria committee of the American Rheumatism Association. *Arthritis Rheum*. 1986; 29(8): 1039-1049. DOI: 10.1002/art.1780290816
 29. Gonarthrosis. Clinical guidelines. 2021-2022-2023 (Sept. 03, 2021). Approved by the Ministry of Health of the Russian Federation. Russian (Гонартроз. Клинические рекомендации. 2021-2022-2023 (03.09.2021) / Минздрав РФ (https://probolinet.ru/wp-content/uploads/2022/08/Гонартроз_2021.pdf, дата обращения 16.01.2023)
 30. Eliseev MS. Symptomatic treatment of pain in osteoarthritis. *RMJ*. 2013; 21(32): 1651-1653. Russian (Елисеев М.С. Симптоматическая терапия боли при остеоартрозе //РМЖ. 2013. Т. 21, № 32. С. 1651-1653.)
 31. Kabalyk MA. Assessment of subchondral bone changes in osteoarthritis. *Medical Almanac*. 2017; 5(50): 181-184. Russian (Кабалык М.А. Оценка изменений субхондральной кости при остеоартрите //Медицинский альманах. 2017. № 5 (50). С. 181-184.)
 32. Hu N, Zhang J, Wang J, Wang P, Wang J, Qiang Y, et al. Biomarkers of joint metabolism and bone mineral density are associated with

- early knee osteoarthritis in premenopausal females. *Clin Rheumatol*. 2022; 41(3): 819-829. DOI: 10.1007/s10067-021-05885-3
33. Tschaikowsky M, Brander S, Barth V, Thomann R, Rolauffs B, Balzer BN, et al. The articular cartilage surface is impaired by a loss of thick collagen fibers and formation of type I collagen in early osteoarthritis. *Acta Biomaterialia*. 2022; 146: 274-283. DOI: 10.1016/j.actbio.2022.04.036
 34. Rogova LN, Lipov DS. The role of matrix metalloproteinases in the pathogenesis of osteoarthritis (review). *Volgograd Scientific Medical Journal*. 2018; (1): 12-16. Russian (Рогова Л.Н., Липов Д.С. Роль матричных металлопротеиназ в патогенезе остеоартроза (обзор литературы) //Волгоградский научно-медицинский журнал. 2018. № 1. С. 12-16.)
 35. Tush EV, Eliseeva TI, Khaletskaya OV, Krasilnikova SV, Ovsyanikov DYU, Potemina TE, et al. Extracellular matrix markers and methods for their study (review). *Modern Technologies in Medicine*. 2019; 11(2): 133-149. Russian (Туш Е.В., Елисеева Т.И., Халецкая О.В., Красильникова С.В., Овсянников Д.Ю., Потемина Т.Е. и др. Маркеры состояния экстрацеллюлярного матрикса и методы их исследования (обзор) //Современные технологии в медицине. 2019. Т. 11, № 2. С. 133-149). DOI: 10.17691/stm2019.11.2.20
 36. Fan X, Wu X, Crawford R, Xiao Y, Prasad I. Macro, et al. Changes of the Osteochondral Interface in Osteoarthritis Development. *Front Cell Dev Biol*. 2021; (9): 659654. DOI: 10.3389/fcell.2021.659654
 37. Munjal A, Bapat S, Hubbard D, Hunter M, Kolhe R, Fulzele S. Advances in molecular biomarker for early diagnosis of osteoarthritis. *Biomol Concepts*. 2019; 10(1): 111-119. DOI: 10.1515/bmc-2019-0014
 38. Weber A, Chan PMB, Wen C. Do immune cells lead the way in subchondral bone disturbance in osteoarthritis? *Prog Biophys Mol Biol*. 2019; (148): 21-31. DOI: 10.1016/j.pbiomolbio.2017.12.004
 39. Kim GM, Park H, Lee SY. Roles of osteoclast-associated receptor in rheumatoid arthritis and osteoarthritis. *Joint Bone Spine*. 2022; 89(5): 105400. DOI: 10.1016/j.jbspin.2022.105400
 40. Ono T, Takayanagi H. Osteoimmunology in bone fracture healing. *Curr Osteoporos Rep*. 2017; 15(4): 367-375. DOI: 10.1007/s11914-017-0381-0
 41. Chepeleva MV, Kuznetsova EI, Chegurov OK. Congenital immunity values in patients with knee deforming osteoarthritis depending on the size of tibial medial condyle. *Siberian Scientific Medical Journal*. 2017; 37(6): 55-60. Russian (Чепелева М.В., Кузнецова Е.И., Чергунов О.К. Показатели врожденного иммунитета у пациентов с деформирующим остеоартрозом коленного сустава в зависимости от величины дефекта внутреннего мыщелка большеберцовой кости //Сибирский научный медицинский журнал. 2017. Т. 37, № 6. С. 55-60.)
 42. Harrell CR, Markovic BS, Fellabaum C, Arsenijevic A, Volarevic V. Mesenchymal stem cell-based therapy of osteoarthritis: current knowledge and future perspectives. *Biomed Pharmacother*. 2019; (109): 2318-2326. DOI: 10.1016/j.biopha.2018.11.099
 43. Culemann S, Grüneboom A, Krönke G. Origin and function of synovial macrophage subsets during inflammatory joint disease. *Adv Immunol*. 2019; (143): 75-98. DOI: 10.1016/bs.ai.2019.08.006
 44. Platzer H, Trauth R, Nees TA, Tripel E, Gantz S, Schiltenswolf M, et al. CD8+ T Cells in OA Knee Joints Are Differentiated into Subsets Depending on OA Stage and Compartment. *J Clin Med*. 2022; 11(10): 2814. DOI: 10.3390/jcm11102814
 45. Zhu W, Zhang X, Jiang Y, Liu X, Huang L, Wei Q, et al. Alterations in peripheral T cell and B cell subsets in patients with osteoarthritis. *Clin Rheumatol*. 2020; 39(2): 523-532. DOI: 10.1007/s10067-019-04768-y

Сведения об авторах:

Гладкова Е.В., к.б.н., начальник отдела фундаментальных и клинико-экспериментальных исследований, НИИТОН СГМУ, г. Саратов, Россия. ORCID 0000-0002-6207-2275

Ульянов В.Ю., д.м.н., доцент, заместитель директора по научной и инновационной деятельности, НИИТОН СГМУ, г. Саратов, Россия. ORCID 0000-0002-9466-8348

Норкин И.А., д.м.н., профессор, начальник отдела инновационных проектов в травматологии и ортопедии, НИИТОН СГМУ, г. Саратов, Россия. ORCID 0000-0002-6770-3398

Адрес для переписки:

Гладкова Екатерина Вячеславовна, ул. Чернышевского, д. 148, г. Саратов, Россия, 410002
Тел: +7 (909) 337-73-57
E-mail: gladkova.katya@yandex.ru

Статья поступила в редакцию: 27.04.2023

Рецензирование пройдено: 03.05.2023

Подписано в печать: 01.06.2023

Information about authors:

Gladkova E.V., candidate of biological sciences, head of department of fundamental and clinical-experimental research, Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery, Saratov State Medical University, Saratov, Russia. ORCID 0000-0002-6207-2275

Ulyanov V.Yu., MD, PhD, associate professor, deputy director for research and innovation, Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery, Saratov State Medical University, Saratov, Russia. ORCID 0000-0002-9466-8348

Norkin I.A., MD, PhD, professor, head of department of innovative projects in traumatology and orthopedics, Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery, Saratov State Medical University, Saratov, Russia. ORCID 0000-0002-6770-3398

Address for correspondence:

Gladkova Ekaterina Vyacheslavovna, Chernyshevskogo St., 148, Saratov, Russia, 410002
Tel: +7 (909) 337-73-57
E-mail: gladkova.katya@yandex.ru

Received: 27.04.2023

Review completed: 03.05.2023

Passed for printing: 01.06.2023



ДИАГНОСТИКА И ЛЕЧЕНИЕ ПРОНИКАЮЩЕГО КОЛЮЩЕГО (ПИКОВОГО) РАНЕНИЯ В БРЮШНУЮ ПОЛОСТЬ У РЕБЕНКА

DIAGNOSIS AND TREATMENT OF A PENETRATING STAB (PEAK) WOUND OF THE ABDOMINAL CAVITY IN A CHILD

Роткин Е.А. Rotkin E.A.
Галятина Е.А. Galyatina E.A.
Шестова Е.С. Shestova E.S.
Богданов А.В. Bogdanov A.V.
Агаларян А.Х. Agalaryan A.Kh.

ГБУЗ «Кузбасский клинический центр охраны здоровья шахтеров имени святой великомученицы Варвары»,
г. Ленинск-Кузнецкий, Россия

Основными чертами, характеризующими детский травматизм, являются распределение по полу и возрасту. В целом у мальчиков травмы возникают в 2 раза чаще, чем у девочек. В структуре детского травматизма преобладают бытовые травмы (60-68 %). Причем у детей до 7 лет они составляют 80 % всех повреждений. При этом 78 % травм дети получают во дворах, на улицах, и только 22 % – в помещениях.

Диагностика и лечение проникающих колото-резаных ранений с повреждением внутренних органов – в числе нерешенных проблем неотложной детской хирургии. Эта патология является одним из относительно малоизученных, но наиболее тяжелых видов повреждений. На данный момент нет стандартов для выявления повреждений органов брюшной полости при колющем ранении у ребенка.

Цель – показать на клиническом примере результат лечения проникающего колото-резаного ранения брюшной полости у ребенка.

Материалы и методы. Представлен случай лечения ребенка 10 лет с проникающим колото-резаным ранением брюшной полости с повреждением тонкой кишки и брыжейки, внутрибрюшным кровотечением.

Результаты. Ребенок 10 лет находился на лечении в течение 3 дней в отделении реанимации и интенсивной терапии и 11 суток – в отделении детской хирургии. На фоне проведенного оперативного лечения, комплексной инфузионной, антибактериальной терапии отмечалась положительная динамика, восстановление утраченных функций организма. Пациент выписан на 14-е сутки в удовлетворительном состоянии.

Выводы. Колющие (пиковые) ранения живота являются опасной травмой для ребенка. Повреждения внутренних органов при подобных ранениях могут сочетать в себе такие осложнения, как внутрибрюшное кровотечение и перфорация полого органа с бактериальной контаминацией брюшной полости. Тактика диагностики и лечения подобных пациентов должна быть отработана и не вызывать трудностей на всех этапах оказания помощи.

Ключевые слова: абдоминальная травма у ребенка; колющая рана; лечение внутрибрюшных повреждений

The main features of pediatric injuries are the distribution by sex and age. In general, injuries occur twice as often in boys than in girls. Domestic injuries prevail in the structure of injuries in children (60-68 %). Moreover, in children under 7 years of age, they account for 80 % of all injuries. At the same time, 78 % of pediatric injuries occur in the yards, in the streets, and only 22 % – indoors.

Diagnosis and treatment of penetrating stab wounds with damage to internal organs are among the unresolved problems of emergency pediatric surgery. This pathology is one of the relatively little-studied, but the most severe types of damage. At the moment, there are no standards for detecting injuries of the abdominal organs with a stabbing wound in a child.

Objective – to show the result of treatment of a penetrating stab wound of the abdominal cavity in a child using a clinical example.

Materials and methods. A case of treatment of a 10-year-old child with a penetrating stab wound of the abdominal cavity with damage to the small intestine and mesentery with intra-abdominal bleeding is presented.

Results. A 10-year-old child was treated for 3 days in the intensive care unit and for 11 days in the pediatric surgery unit. Against the background of the surgical treatment, complex infusion, antibiotic therapy, there was a positive trend with restoration of lost body functions. The patient was discharged on the 14th day in a satisfactory condition.

Conclusion. Stab (peak) abdominal wounds are dangerous injuries for a child. Damage to internal organs in such injuries can combine such complications as intra-abdominal bleeding and perforation of a hollow organ with bacterial contamination of the abdominal cavity. The strategy of diagnosing and treating such patients should be worked out and not cause difficulties at all stages of care.

Key words: abdominal trauma in a child; stabbing wound; treatment of intra-abdominal injuries

Детский травматизм относится к разряду неотложных состояний в детской хирургической практике.

Диагностика и лечение проникающих колото-резаных ранений с повреждением внутренних органов –

в числе нерешенных проблем неотложной хирургии. Данная патология является одним из относитель-



Для цитирования: Роткин Е.А., Галятина Е.А., Шестова Е.С., Богданов А.В., Агаларян А.Х. ДИАГНОСТИКА И ЛЕЧЕНИЕ ПРОНИКАЮЩЕГО КОЛЮЩЕГО (ПИКОВОГО) РАНЕНИЯ В БРЮШНУЮ ПОЛОСТЬ У РЕБЕНКА //ПОЛИТРАВМА / POLYTRAUMA. 2023. № 2, С. 83-87.

Режим доступа: <http://poly-trauma.ru/index.php/pt/article/view/472>

DOI: 10.24412/1819-1495-2023-2-83-87

но малоизученных, но наиболее тяжелых видов повреждений [1-3].

Важную роль в обследовании и последующем лечении детей с подобными травмами играет диагностическая визуализация (УЗИ, МСКТ, R-графия органов брюшной полости), но, как правило, данные методы не информативны при ранениях колющего характера [2, 4, 5]. Поскольку травма имеет проникающий характер, не всегда понятно, какие органы брюшной полости повреждены, есть ли ранение крупных сосудов; даже при повреждении полого органа не всегда представляется возможность выявить свободный газ по рентгенологическому исследованию, так как инородное тело может закрыть перфорацию [2, 4, 6]. Также колющий характер травмы всегда подразумевает ранение паренхиматозного органа или сосуда с внутрибрюшным кровотечением. Отличительной особенностью колюще-резаных ранений с нахождением инородного тела в тканях является тот факт, что устранение его из раневого канала может спровоцировать массивное кровотечение [3, 5, 7, 8]. Как правило, эта манипуляция проводится интраоперационно. На данный момент нет стандартов для выявления повреждений органов брюшной полости при колющем ранении.

Цель — показать на клиническом примере результат лечения проникающего колото-резаного ранения брюшной полости у ребенка.

Клинический пример

Ребенок К. 10 лет доставлен в Кузбасский клинический центр охраны здоровья шахтеров имени святой великомученицы Варвары 09.05.2023 бригадой скорой медицинской помощи г. Белово. Травма уличная — за 1 час 45 минут до поступления. Ребенок катался на велосипеде, упал животом на железное ограждение «пикового» орнамента. После травмы сознание не терял, рвоты не было. Бригадой быстрого реагирования (МЧС) было произведено спиливание ранящего агента (пиковой арматуры) (рис. 1).

По месту травмы произведена мобилизация ребенка из ме-

таллического ограждения, наложена асептическая повязка для транспортировки пострадавшего в специализированное медицинское учреждение — с учетом тяжести состояния для дальнейшего лечения ребенок был госпитализирован в Кузбасский клинический центр охраны здоровья шахтеров имени святой великомученицы Варвары г. Ленинска-Кузнецкого.

Ребенок доставлен в центр с инородным телом, находящимся в брюшной полости. При поступлении общее состояние пострадавшего тяжелое за счет полученной травмы. Самочувствие страдает. В сознании, вялый, сонливый. Реакция зрачков на свет сохранена. Пальпация волосистой части головы без особенностей. Температура тела — 36,8 °С. Кожные покровы и види-

Рисунок 1

Удаленный фрагмент металлического забора

Figure 1

Removed fragment of a metal fence



Рисунок 2

Внешний вид ребенка с абдоминальным ранением

Figure 2

Appearance of a child with an abdominal injury



мые слизистые бледно-розовые, удовлетворительной влажности. Подкожно-жировая клетчатка развита чрезмерно, распределена равномерно, ожирение 2 степени. Периферические лимфоузлы не увеличены, эластичные, безболезненные. Зев, миндалины чистые. Язык сухой, обложен белым налетом. Пальпация костей таза безболезненная. Носовое дыхание не затруднено, отделяемого нет. Грудная клетка симметричная, пальпация безболезненная. Перкуторно над всей поверхностью грудной клетки легочной звук. При аускультации дыхание везикулярное, хрипов нет. ЧД — 24 в мин. Сердечные тоны четкие, ритмичные, с частотой 120 уд/мин. АД — 130/80 мм рт. ст. Живот симметричный, не участвует в акте дыхания. В проекции левого подреберья, по средне-ключичной линии рана 3,0 × 2,0 см, в ране инородное тело — фрагмент металлической арматуры округлой формы, до 2,5 см в диаметре (рис. 2).

При пальпации живот напряженный, болезненный. Перкуторно — тимпанит. Печень перкуторно у края реберной дуги. Симптом Щеткина-Блюмберга сомнительный. Селезенка не пальпируется. Стул, со слов накануне, оформленный. Мочеиспускание не нарушено, моча светло-желтого цвета. На основании проведенного обследования и оперативного лечения, был выставлен диагноз: «Проникающее колотое ранение брюшной полости. Повреждение органов брюшной полости, внутрибрюшное кровотечение?»

Назначено: ОАК, ОАМ, биохимический анализ крови, группа крови и резус-фактор, R-графия ОГК.

С учетом характера травмы, тяжести состояния ребенок транспортирован в операционную. Оперативное лечение: средне-срединная лапаротомия, ревизия органов брюшной полости, забрюшинного пространства справа. Удаление инородного тела (фрагмента металлической арматуры) брюшной полости, ушивание раны тонкой кишки, ушивание ран брыжейки тонкой кишки, ушивание раны брюшины, дренирование брюшной полости. Первично-хирургическая

обработка раны передней брюшной стенки. Операционное поле обработано спиртовым раствором хлоргексидина 0,5%-ного.

Произведена средне-срединная лапаротомия. В брюшной полости по боковому каналу слева в малом тазу — небольшое количество крови. Проведена ревизия инородного тела, раневого канала. Инородное тело (фрагмент металлической арматуры длиной 15 см, в диаметре до 2,5 см) расположено в брюшной полости от левого подреберья в нисходящем направлении слева направо, проходит над петлями тонкой кишки, над поперечно-ободочной кишкой, дистальный конец уходит забрюшинно справа, ниже головки поджелудочной железы. Проведено удаление инородного тела — фрагмента металлической арматуры, дистальный конец острый. Раневой канал заканчивается слепо, в жировой клетчатке забрюшинного пространства подтекания крови нет. Забрюшинной гематомы нет. Повреждений почек нет. Головка поджелудочной железы без повреждений. Рана промыта раствором хлоргексидина 0,02%-ного, брюшина ушита отдельными узловыми швами. Про-

изведена ревизия органов брюшной полости. Печень, селезенка, желудок без повреждений. Правый и левый купол диафрагмы без повреждений. При дальнейшей ревизии на расстоянии 90 см от связки Трейца выявлены 2 повреждения брыжейки тонкого кишечника, продолжающегося кровотечения нет, прилежащая петля кишки жизнеспособна. Раны брыжейки расположены параллельно сосудам, на границе со стенкой тонкой кишки — ушиты отдельными узловыми швами (рис. 3).

При дальнейшей ревизии в 10 см от связки Трейца выявлена рана брыжеечной поверхности тонкой кишки — сквозная, до 1,0 см, петля кишки живая. Рана ушита отдельными узловыми швами двухрядно. Проведена ревизия толстой кишки на всем протяжении — повреждений нет. Проведено ушивание раны париетальной брюшины. Проведена санация брюшной полости. В малый таз установлена дренажная трубка. Контроль гемостаза. Счет салфеток совпал. Лапаротомная рана ушита послойно отдельными узловыми швами.

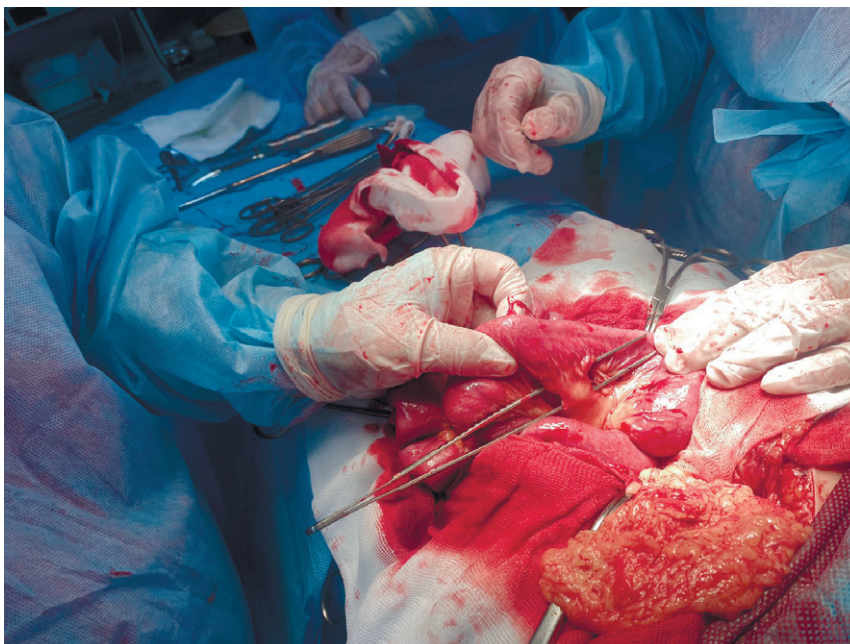
Проведена первично-хирургическая обработка раны передней

Рисунок 3

Сквозное ранение тонкой кишки и брыжейки тонкого кишечника

Figure 3

Penetrating wound of the small intestine and mesentery of the small intestine



брюшной стенки. Рана промыта раствором перекиси водорода 3%-ного, дренирована, ушита отдельными узловыми швами. Асептическая повязка.

Послеоперационный диагноз: «Открытая травма живота: проникающее колотое ранение брюшной полости и забрюшинного пространства справа. Раны (две) брыжейки тонкой кишки. Проникающая рана тонкой кишки. Инородное тело (фрагмент металлической арматуры) брюшной полости». В послеоперационном периоде лечение в условиях ОРИТ осуществлялось согласованно с дежурным реаниматологом: инфузионная, антибактериальная терапия (цефотаксим 100 мг/кг/сут, метрогил 0,5% — 7,5 мг/кг 3 р/д в/в кап.), обезболивающая терапия.

На 3-и сутки ребенок переведен в детское хирургическое отделение, где была продолжена антибактериальная терапия, перевязки. Дренаж из брюшной полости удален на 3-и

сутки, из раны передней брюшной стенки — на 6-е сутки. Швы сняты на 14-е сутки, заживление первичным натяжением.

Ребенок выписан с выздоровлением.

ВЫВОДЫ

Колющие (пиковые) ранения живота являются опасной травмой для ребенка. Механизм травмы говорит о том, что подобные раны особенно опасны, так как диагностировать глубину ранения по месту травмы невозможно. Повреждения внутренних органов могут сочетать в себе такие осложнения, как внутрибрюшное кровотечение и перфорация полого органа с бактериальной контаминацией брюшной полости. Исключить или остановить внутреннее кровотечение при оказании первой помощи часто не представляется возможным, поэтому рекомендована эвакуация пострадавшего в медицинское учреждение в кратчайшие сроки.

РЕКОМЕНДАЦИИ

Для служб экстренного реагирования (таких как МЧС, СМП): в связи с высоким риском развития профузного внутрибрюшного кровотечения нельзя вынимать ранящий агент из брюшной полости до транспортировки пострадавшего в специализированную медицинскую организацию.

Для администраций города или населенного пункта: исключить или убрать с территории округа заборы орнамента «пикового» характера ниже 1,5 метра.

Для родителей: вести постоянный контроль спортивного развития своих детей в домашних условиях.

Информация о финансировании и конфликте интересов

Исследование не имело спонсорской поддержки.

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Agadzhanian VV, Pronskikh AA, Ustyantseva IM, Agalaryan AKh, Kravtsov SA, Krylov YuM, et al. Polytrauma. Novosibirsk: Nauka Publ., 2003. 494 p. Russian (Агаджанян В.В., Пронских А.А., Устьянцева И.М., Агаларян А.Х., Кравцов С.А., Крылов Ю.М. и др. Политравма. Новосибирск: Наука, 2003. 494 с.)
2. Pediatric surgery: national guidelines. Edited by YuF Isakov, AF Dronov. Moscow: GEOTAR-Media, 2009. 1168 p. Russian (Детская хирургия: национальное руководство /под ред. Ю.Ф. Исакова, А.Ф. Дронова. Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2009. 1168 с.)
3. Vasilyeva IV, Karaseva OV, Chernysheva TA, Timofeeva AYU, et al. Study of the validity of scales for assessing the severity of damage and condition in severe concomitant trauma in children. *Medical Alphabet*. 2014; 1(5): 12-15. Russian (Васильева И.В., Карасева О.В., Чернышева Т.А., Тимофеева А.Ю. и др. Исследование валидности шкал оценки тяжести повреждения и состояния при тяжелой сочетанной травме у детей // Медицинский алфавит. 2014. Т. 1, № 5. С. 12-15.)
4. Abdominal trauma: a guide for doctors. Edited by AS Ermolov, MSh Khubutiya, MM Abakumov. Moscow: Vidar-M Publishing House, 2010. P. 58-59. Russian (Абдоминальная травма: руководство для врачей /под ред. А.С. Ермолова, М.Ш. Хубутия, М.М. Абакумова. Москва: Издательский дом Видар-М, 2010. С. 58-59.)
5. Agadzhanian VV, Agalaryan AKh, Galyatina EA, Sherman SV. Chapter 4. Abdominal and thoracic injuries in polytrauma in children // Agadzhanian VV, Agalaryan AKh, Ustyantseva IM, Galyatina EA, Dovgal DA, Kravtsov SA, et al. Polytrauma. Treatment of children. Novosibirsk: Nauka, 2014. P. 89-92. Russian (Агаджанян В.В., Агаларян А.Х., Галатина Е.А., Шерман С.В. Глава 4. Абдоминальные и торакальные повреждения при политравме у детей // Агаджанян В.В., Агаларян А.Х., Устьянцева И.М., Галатина Е.А., Довгаль Д.А., Кравцов С.А. и др. Политравма. Лечение детей. Новосибирск: Наука, 2014. С. 89-92.)

6. Tsap NA, Komarova SYu, Ogarkov IP, Chukreev VI, Potapenko YuV. Traumatic injuries to the organs of the abdominal cavity and retroperitoneal space in children: optimization of diagnosis and treatment. *Russian Bulletin of Pediatric Surgery, Anesthesiology and Resuscitation*. 2010; (1): 104-107. Russian (Цап Н.А., Комарова С.Ю., Огарков И.П., Чукреев В.И., Потапенко Ю.В. Травматические повреждения органов брюшной полости и забрюшинного пространства у детей: оптимизация диагностики и лечения //Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии. 2010. № 1. С. 104-107.)
7. Balabanova ES. Results of treatment of children with traumatic injuries to the abdominal organs. *Bulletin of Medical Internet Conferences*. 2016; 6(5): 615. Russian (Балабанова Е.С. Результаты лечения детей с травматическими повреждениями органов брюшной полости //Бюллетень медицинских интернет-конференций. 2016. Т. 6, № 5. С. 615.)
8. Lecuyer M. Calculated decisions: pediatric Trauma Score (PTS). *Pediatric Emerg Med. Pract.* 2019; 16(5): 3-4.

Сведения об авторах:

Роткин Е.А., к.м.н., заведующий хирургическим отделением, ГБУЗ «Кузбасский клинический центр охраны здоровья шахтеров имени свято великомученицы Варвары», г. Ленинск-Кузнецкий, Россия.

Галятина Е.А., врач-детский хирург, детское хирургическое отделение, ГБУЗ «Кузбасский клинический центр охраны здоровья шахтеров имени свято великомученицы Варвары», г. Ленинск-Кузнецкий, Россия.

Шестова Е.С., заведующая отделением анестезиологии и реанимации, ГБУЗ «Кузбасский клинический центр охраны здоровья шахтеров имени свято великомученицы Варвары», г. Ленинск-Кузнецкий, Россия.

Богданов А.В., врач-анестезиолог-реаниматолог, отделение реанимации и интенсивной терапии, ГБУЗ «Кузбасский клинический центр охраны здоровья шахтеров имени свято великомученицы Варвары», г. Ленинск-Кузнецкий, Россия.

Агаларян А.Х., д.м.н., главный врач, ГБУЗ «Кузбасский клинический центр охраны здоровья шахтеров имени свято великомученицы Варвары», г. Ленинск-Кузнецкий, Россия.

Адрес для переписки:

Роткин Евгений Алексеевич, ГБУЗ ККЦОЗШ, Микрорайон № 7, 9, г. Ленинск-Кузнецкий, Кемеровская область, Россия, 652509

Тел: +7 (38456) 9-55-23

E-mail : info@gnkc.kuzbass.net

Статья поступила в редакцию: 17.05.2023

Рецензирование пройдено: 29.05.2023

Подписано в печать: 01.06.2023

Information about authors:

Rotkin E.A., candidate of medical sciences, chief of surgery unit, Kuzbass Clinical Center of Miners' Health Protection named after The Holy Great Martyr Barbara, Leninsk-Kuznetsky, Russia.

Galyatina E.A., pediatric surgeon, pediatric surgery unit, Kuzbass Clinical Center of Miners' Health Protection named after The Holy Great Martyr Barbara, Leninsk-Kuznetsky, Russia.

Shestova E.S., chief of anesthesiology and intensive care unit, Kuzbass Clinical Center of Miners' Health Protection named after The Holy Great Martyr Barbara, Leninsk-Kuznetsky, Russia.

Bogdanov A.V., anesthesiologist-intensivist, anesthesiology and intensive care unit, Kuzbass Clinical Center of Miners' Health Protection named after The Holy Great Martyr Barbara, Leninsk-Kuznetsky, Russia.

Agalaryan A.Kh., MD, PhD, chief physician, Kuzbass Clinical Center of Miners' Health Protection named after The Holy Great Martyr Barbara, Leninsk-Kuznetsky, Russia.

Address for correspondence:

Rotkin Evgeny Alekseevich, Kuzbass Clinical Center of Miners' Health Protection named after The Holy Great Martyr Barbara, 7th district, Leninsk-Kuznetsky, Kemerovo region, Russia, 652509

Tel: +7 (38456) 9-55-23

E-mail: info@gnkc.kuzbass.net

Received: 17.05.2023

Review completed: 29.05.2023

Passed for printing: 01.06.2023

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПЕПТИДНЫХ ПРЕПАРАТОВ НАДКОСТНИЦЫ И НЕЙРОПЕПТИДА НА РЕПАРАЦИЮ КОСТНОЙ ТКАНИ (ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ)

EVALUATION OF THE INFLUENCE OF PERIOSTEAL PEPTIDE PREPARATIONS AND NEUROPEPTIDE ON BONE TISSUE REPAIR (EXPERIMENTAL STUDY)

Мироманов А.М. Миromanov A.M.
Гусев К.А. Gusev K.A.
Миронова О.Б. Mironova O.B.
Мироманова Н.А. Miromanova N.A.

ФГБОУ ВО ЧГМА Минздрава России, Chita State Medical Academy,
г. Чита, Россия Chita, Russia

Цель – оценить стимулирующее влияние на репаративную регенерацию костной ткани пептидных препаратов надкостницы и нейропептида в эксперименте.

Материал и методы. Исследование выполнено на 48 белых половозрелых лабораторных крысах-самцах линии Вистар весом 180-200 г. Моделирование закрытого перелома голени осуществляли по стандартной методике (остеотомия на уровне средней трети диафиза правой большеберцовой и малоберцовой костей). Имобилизация не применялась. Все животные разделены случайным образом на четыре группы по 12 особей: I группа (контрольная) – без применения каких-либо стимулирующих остеогенез препаратов; во II группе в зону перелома осуществлялось введение препарата, содержащего пептиды надкостницы с молекулярной массой менее 3 кДа; в III группе в область перелома производили введение препарата, содержащего пептиды надкостницы с молекулярной массой 3-10 кДа; в IV группе выполнялось введение лекарственного препарата Кортексин®. Введение белковых препаратов надкостницы и нейропептида осуществляли по 0,1 мл на 2, 4, и 6-е сутки. Животные в каждой группе выводились из эксперимента по 4 особи на 7, 14, 28-е сутки, и выполнялось гистологическое исследование области перелома с последующей морфометрией и статистической обработкой полученных результатов с помощью пакета программ IBM SPSS Statistics Version 25.0.

Результаты. Все животные достигли контрольных точек. Оценка консолидации на 28-е сутки по шкале mRUST для всех групп соответствовала 10 баллам. Гистологическая картина на 28-е сутки была практически идентична в группе с применением нейропептида и пептида надкостницы массой менее 3 кДа, тогда как показатели морфометрии группы животных с применением нейропептида превышали аналогичные значения группы контроля и групп с применением пептидов надкостницы как по длине, так и по ширине костных балок ($p < 0,05$).

Заключение. Стимулирующее влияние на репаративную регенерацию костной ткани у нейропептида (Кортексин®) выше, чем у пептидных препаратов надкостницы.

Ключевые слова: перелом; репаративная регенерация; остеогенез; стимуляция; пептид; эпигенетический регулятор

Objective – to evaluate the stimulating effect on the reparative regeneration of bone tissue of peptide preparations of the periosteum and neuropeptide in the experiment.

Material and methods. The study was performed on 48 white sexually mature laboratory rats of the Wistar line, weighing 180-200 g. Modeling of a closed fracture of the lower leg was performed according to the standard technique (osteotomy at the level of the middle third of the diaphysis of the right tibia and fibula). Immobilization was not applied. All animals were randomly divided into four groups of 12 individuals: group 1 (control) – without the use of any drugs stimulating osteogenesis; group 2 – a preparation containing periosteal peptides with a molecular weight of less than 3 kDa was injected into the fracture zone; group 3 – a preparation containing periosteal peptides with a molecular weight of 3-10 kDa was injected into the fracture area; group 4 – the administration of the drug Cortexin® was performed. The introduction of protein preparations of the periosteum and neuropeptide was carried out at dose of 0.1 ml on days 2, 4, and 6. Animals in each group were removed from the experiment of 4 individuals on days 7, 14, 28. Histological examination of the fracture area with subsequent morphometry and statistical processing of the results using the IBM SPSS Statistics Version 25.0 program were performed.

Results. All animals have reached control points. The assessment of consolidation on the 28th day according to the mRUST scale for all groups corresponded to 10 points. The histological picture on the 28th day was almost identical in the group with the use of the neuropeptide and the periosteal peptide weighing less than 3 kDa, while the morphometric parameters of the group of animals with the use of the neuropeptide exceeded the similar values of the control group and the groups with the use of periosteal peptides both in length and width of the bone beams ($p < 0.05$).

Conclusion. The stimulating effect on the reparative regeneration of bone tissue in the neuropeptide (Cortexin®) is higher than in the peptide preparations of the periosteum.

Key words: fracture; reparative regeneration; osteogenesis; stimulation; peptide; epigenetic regulator

Для цитирования: Мироманов А.М., Гусев К.А., Миронова О.Б., Мироманова Н.А. ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПЕПТИДНЫХ ПРЕПАРАТОВ НАДКОСТНИЦЫ И НЕЙРОПЕПТИДА НА РЕПАРАЦИЮ КОСТНОЙ ТКАНИ (ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ) //ПОЛИТРАВМА / POLYTRAUMA. 2023. № 2, С. 88-93.

Режим доступа: <http://poly-trauma.ru/index.php/pt/article/view/460>

DOI: 10.24412/1819-1495-2023-2-88-93

Нарушение процессов регенерации костной ткани после травм опорно-двигательного аппарата остается актуальной проблемой современной травматологии. Совершенствование методик хирургического лечения, медикаментозной и локальной терапии позволило в определенной степени снизить количество таких осложнений до 1,9-12 % в зависимости от характера нарушения и локализации травмы. Однако актуальность поисков решения этой проблемы по-прежнему высока [1, 2].

В настоящее время продолжается инициативный поиск и разработка новых биоматериалов, которые направлены на активизацию и ускорение процессов репаративной регенерации поврежденных тканей [2]. Однако перелом кости невозможно рассматривать как повреждение только органа — необходимо учитывать, что кость имеет собственное кровоснабжение и иннервацию, что в конечном итоге создает целую систему и требует комплексного подхода к стимуляции регенераторного процесса, что является важным как с теоретической, так и с практической точки зрения.

Цель исследования – оценить стимулирующее влияние на репаративную регенерацию костной ткани пептидных препаратов надкостницы и нейрорепаративных препаратов в эксперименте.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Работа реализована на белых половозрелых лабораторных крысах-самцах линии Вистар ($n = 48$). Вес экспериментальных животных находился в пределах 180-200 г. Животные получали режимное, сбалансированное питание и имели свободный доступ к воде. Уход в условиях вивария осуществляли согласно руководству «Guide for the care and use of laboratory animals, 8th edition» (2011) и Правилам лабораторной практики (Приказ Минздравсоцразвития России № 708Н от 23.08.2010 «Об утверждении правил лабораторной практики»).

Оперативные вмешательства осуществлялись в условиях экспериментальной операционной одной бригадой под общей ингаляционной анестезией (наркоз Эфиром).

Моделирование закрытого перелома голени осуществляли по стандартной методике (остеотомия на уровне средней трети диафиза большеберцовой и малоберцовой костей). Иммобилизация не применялась.

Все животные разделены случайным образом на четыре группы по 12 особей: I группа (контрольная) – без применения каких-либо стимулирующих остеогенез препаратов; во II группе в зону перелома осуществлялось введение препарата, содержащего пептиды надкостницы с молекулярной массой < 3 кДа; в III группе в область перелома производили введение препарата, содержащего пептиды надкостницы с молекулярной массой 3-10 кДа; в IV группе выполнялось введение лекарственного препарата Кортексин® (рег. № ЛП-(000636)-(РГ-РУ) от 24.03.22 г.) [3]. Введение белковых препаратов надкостницы и тетрапептида осуществляли по 0,1 мл на 2, 4, и 6-е сутки после смоделированного перелома.

Белковые препараты (пептиды) были заготовлены в НИИ Молекулярной медицины ФГБОУ ВО ЧГМА Минздрава России по оригинальной методике [4] до проведения эксперимента из надкостницы длинных трубчатых костей (бедренной, большеберцовой) крыс аналогичного вида, пола, возраста и не входящих в рассматриваемые группы.

В каждой группе животные выводились из эксперимента на 7, 14 и 28-е сутки по 4 особи путем введения летальной дозы 20%-ного раствора тиопентала натрия с последующим гистологическим исследованием области перелома.

Выделенные большеберцовые кости обрабатывали по стандартной методике [5]. Фиксацию макропрепарата осуществляли 10%-ным формалином. Декальцинацию осуществляли в 5%-ном растворе азотной кислоты, с последующим обезживанием растворами этилового спирта (от 60 до 96°) и этилового спирта с диэтиловым эфиром (1:1). Материал уплотняли в густом целлоидине парами хлороформа. Гистологические срезы большеберцовой кости с областью перелома (толщиной 7-10 мкм) получали с

помощью ротационного микротомы HM325, окрашивали железным гематоксилином и эозином. Анализ микропрепаратов и морфометрия проводился на микроскопе Olympus CX21, микрофото съемка — на микроскопе Leica DM2500.

Для оценки признаков консолидации использовали шкалу mRUST (V.J. Alentado et al., 2022) (табл. 1) [6].

Статистическая обработка результатов исследования осуществлялась с помощью пакета программ IBM SPSS Statistics Version 25.0 (лицензия № Z125-3301-14, IBM, США). При проведении статистического анализа авторы руководствовались принципами Международного комитета редакторов медицинских журналов (ICMJE) [7] и рекомендациями «Статистический анализ и методы в публикуемой литературе» (SAMPL) [8]. Учитывая численность исследуемых групп, оценку нормальности распределения признаков проводили с помощью W-критерия Шапиро-Уилка, который в данной ситуации является наиболее эффективным, так как он обладает большей мощностью по сравнению с альтернативными критериями проверки нормальности. Учитывая распределение признаков, отличное от нормального, интервальные данные представили в виде медианы, первого и третьего квартилей (Me [Q1; Q3]). Ранговый анализ вариаций по Краскелу-Уоллису выполняли для сравнения четырех независимых групп по одному количественному признаку. Затем, при наличии статистически значимых различий, проводили попарное сравнение с помощью критерия Манна-Уитни. Во всех случаях $p < 0,05$ считали статистически значимым.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Анализируя полученные результаты, можно отметить что на 7-е сутки эксперимента у животных всех групп регистрировалось преобладание хрящевой и фиброзной ткани с незначительным количеством сосудов — соединительнотканная мозоль (рис. 1).

К 14-м суткам гистологическая картина характеризовалась обра-

зованием костно-хрящевой мозоли во всех препаратах. В большинстве случаев мозоль была представлена высоким содержанием фиброзной ткани с новообразованными сосудами. Тем не менее, при более детальном анализе микропрепаратов регенератов установлено преобладание хрящевой ткани с обширной зоной роста в I и III группах (меньшая зрелость) (рис. 2а, 2с), тогда как во II и IV группах регистрировались полосы молодой костной ткани с более зрелой хрящевой тканью (рис. 2б, 2д).

На 28-е сутки эксперимента в регенератах группы с введением в зону перелома препарата, содержащего пептиды надкостницы с молекулярной массой < 3 кДа (II группа) и нейропептида (IV группа) (рис. 3б, 3д), регистрируются беспорядочно расположенные костные перекладины с редкими островками хрящевой ткани (зрелая костная мозоль). В то же время в регенерате II группы отмечено преобладание хрящевой ткани, что позволяет охарактеризовать данную мозоль как «зрелую», тогда как гистологическую картину в IV группе можно обозначить как «окончательную» за счет более выраженной костной структуры (рис. 3д).

Несмотря на то, что в регенератах I и III групп мозоль имеет большей частью костный характер, охарактеризовать ее как «зрелую» не представляется возможным ввиду значительных участков хрящевой ткани (как зрелой, так и с зоной роста) (рис. 3а, 3с).

Анализируя показатели морфометрии, следует отметить, что на 7-е сутки формирования мозоли нами не выявлено статистически значимых отличий как между группой контроля и группой с применением препарата, содержащего пептиды надкостницы с молекулярной массой 3-10 кДа, так и при сравнении аналогичных показателей групп II и IV. Статистическая значимость различий как по длине, так и по ширине костных балок зарегистрирована у животных I и III групп с группами II и IV (табл. 2). Длина и ширина костных балок в группах II и IV превышала аналогичные показатели групп I и III в 1,9 раза (табл. 2).

Таблица 1

Шкала для оценки консолидации переломов голени у крыс

Table 1

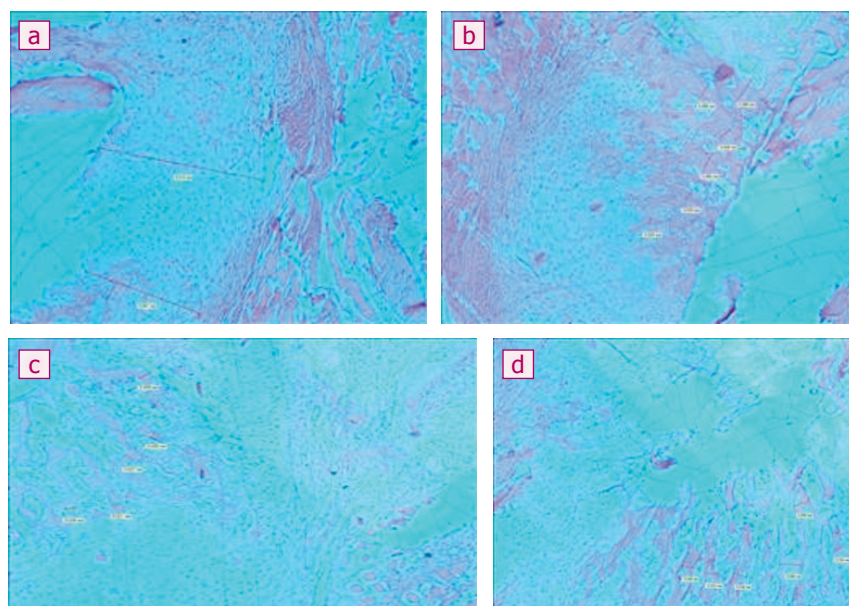
Scale for assessing the consolidation of fractures of the lower leg in rats

*Количественное значение (ЕД) *Quantitative value (U)	1	2	3
Линия перелома Fracture line	Прослеживается Visible	Прослеживается Visible	Нет No
Костная мозоль Callus	Нет No	Есть Yes	Есть Yes

Примечание: * – количественное значение устанавливается для медиального, латерального, переднего и заднего кортикальных слоев большеберцовой кости (перелом консолидированный – 10 и более баллов).

Note: * – the quantitative value is set for the medial, lateral, anterior and posterior cortical layers of the tibia (consolidated fracture – 10 or more points).

Рисунок 1
Регенераты исследуемых групп экспериментальных животных:
а) группа I; б) группа II; в) группа III; д) группа IV – 7-е сутки эксперимента. Гематоксилин и эозин. Ув. 100×
Figure 1
Regenerates of the studied groups of experimental animals: а) group I; б) group II; в) group III; д) group IV – the 7th day of the experiment. Hematoxylin and eosin. Magnification 100×



Аналогичная тенденция значимости различий зафиксирована и на 14-е сутки эксперимента (табл. 2).

На 28-е сутки показатели морфометрии группы животных с применением нейропептида превышали аналогичные значения группы контроля и групп с применением пептидов надкостницы в 1,6, 1,2 и 1,5 раза соответственно ($p < 0,05$) как по длине, так и по ширине костных балок (табл. 2).

Оценка консолидации на 28-е сутки по шкале mRUST для всех групп соответствовала 10 баллам.

Известно, что регуляторные соединения костной ткани (TGFs – трансформирующие факторы роста, BMPs – костные морфогенетические белки, FGFs – факторы роста фибробластов, IGFs – инсулиноподобные факторы роста, VEGFs – факторы роста эндотелия сосудов и др.) оказывают влияние на пролиферацию и дифференциацию клеток в процессе репаративной регенерации [9]. Доказано, что многие регуляторные соединения оказывают тканеспецифическое действие. Данный факт инициирует

Таблица 2
Показатели морфометрии регенератов исследуемых групп экспериментальных животных, Ме (25%; 75%)
Table 2
Morphometric parameters of regenerates of the studied groups of experimental animals, Me (25%; 75%)

Группа / Groups		I (n = 12)		II (n = 12)		III (n = 12)		IV (n = 12)	
Размер костных балок (мкм) Size of bone beams (μm)		Длина Length	Ширина Width	Длина Length	Ширина Width	Длина Length	Ширина Width	Длина Length	Ширина Width
Дни исследования Days of study	7 (n = 4)	19.0 (18.4; 19.6)	18.5 (17.6; 18.9)	35.5 (35.0; 37.0) p = 0.019	35.0 (34.8; 36.2) p = 0.017	19.5 (18.6; 19.9) p = 0.647 p ₁ = 0.019	19.0 (18.2; 19.8) p = 0.369 p ₁ = 0.017	36.5 (35.5; 38.0) p = 0.02 p ₁ = 0.457 p ₂ = 0.02	35.5 (35.0; 37.0) p = 0.019 p ₁ = 0.508 p ₂ = 0.019
	14 (n = 4)	30.5 (29.6; 30.9)	28.5 (28.1; 29.4)	40.5 (40.1; 41.4) p = 0.019	39.5 (39.1; 40.4) p = 0.019	30.5 (29.6; 31.4) p = 0.765 p ₁ = 0.02	29.5 (28.6; 30.4) p = 0.369 p ₁ = 0.02	42.0 (41.4; 43.1) p = 0.019 p ₁ = 0.099 p ₂ = 0.02	40.5 (39.5; 42.0) p = 0.02 p ₁ = 0.369 p ₂ = 0.021
	28 (n = 4)	43.5 (39.6; 44.4)	42.5 (39.8; 43.2)	56.0 (55.9; 56.6) p = 0.017	54.5 (53.5; 56.0) p = 0.019	44.0 (43.4; 44.6) p = 0.278 p ₁ = 0.017	43.0 (42.4; 43.6) p = 0.278 p ₁ = 0.02	67.5 (66.0; 68.5) p = 0.02 p ₁ = 0.018 p ₂ = 0.02	66.0 (64.7; 67.3) p = 0.02 p ₁ = 0.021 p ₂ = 0.02

Примечание: p – статистическая значимость различий с группой I; p₁ – с группой II; p₂ – с группой III (при p < 0.05)

Note: p – statistical significance of differences with group I; p₁ – with group II; p₂ – with group III (at p < 0.05)

необходимость дальнейшего изучения их остеоиндуктивных свойств и определения перспективности применения для стимуляции ремоделирования тканей опорно-двигательной системы [10].

С другой стороны, перелом кости всегда сопряжен с повреждением близлежащих тканей, кровеносных сосудов, нервных волокон. В условиях гомеостаза во взаимных трофических отношениях постоянно находятся нейроны периферических нервных синапсов, органы-мишени и сателлитные клетки. Физиологически дифференцированное, трофическое и функциональное состояние шванновских клеток осуществляется за счет постоянного контакта последних с нервным волокном и иннервируемым органом. При повреждении нервных волокон вследствие травмы (перелома) происходит нарушение трофики не только денервированных органов и тканей, но и нейронов. Активация синтеза нейротрофических факторов в посттравматическом периоде характеризуется кратковременным эффектом и для более длительной их продукции необходима внешняя стимуляция [11, 12].

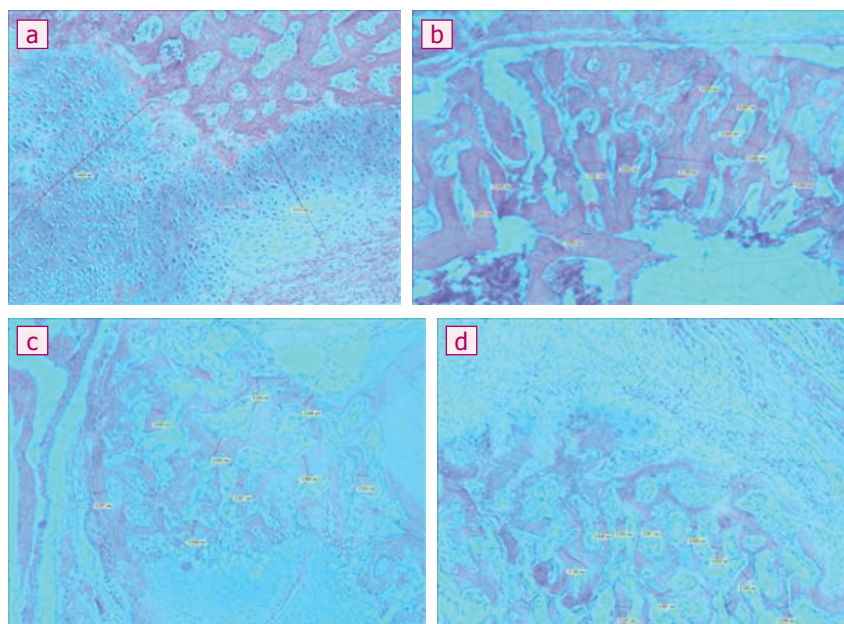
Рисунок 2

Регенераты исследуемых групп экспериментальных животных:

а) группа I; б) группа II; в) группа III; д) группа IV – 14-е сутки эксперимента. Гематоксилин и эозин. Ув. 100×

Figure 2

Regenerates of the studied groups of experimental animals: а) group I; б) group II; в) group III; д) group IV – the-14th day of the experiment. Hematoxylin and eosin. Magnification 100×



С этой точки зрения малоизученным остается так называемый травматический денервационный дефи-

цит и восстановление нейромоторного гомеостаза, тесно связанного с репаративными процессами в кости

[13], а возможность стимуляции регенерации нервных волокон нейротрофинами, ускоряющими спрутинг поврежденных аксонов наряду со свойствами улучшать регенерацию кости, возможно, позволил бы в конечном итоге более комплексно стимулировать процесс репаративной регенерации в кости [14, 15].

Как показано выше, оптимальная консолидация зарегистрирована в группе IV, что может говорить о положительном влиянии тетрапептида Кортексин®. Статистически значимое различие в гистологической картине между группами на ранних стадиях репаративной регенерации свидетельствует о воздействии стимуляторов II и IV групп на хрящевой каллус и воспалительную фазу. Воздействие лекарственного препарата Кортексин® различается во всех стадиях процесса репаративной регенерации. Данное воздействие можно объяснить активацией ключевых молекул — нейротрофинов (NT) и их рецепторов, которые не только играют решающую роль в регуляции развития и поддержания нервной системы, но и принимают непосредственное участие в репарации скелетных тканей (хондрогенез, остеобластогенез, остеокластогенез). Повышенная экспрессия мРНК нейротрофинов NGF (фактор роста нервов), BDNF (нейротрофический фактор головного мозга), NT-3 и NT-4 и их рецепторов Trk (высокоаффинный рецептор на нейроне) наблюдается и в поврежденных костных тканях. Кроме того, NT-3 является как остеогенным, так и ангиогенным фактором, усиливая экспрессию остеогенного фактора BMP-2 (костный морфогенетический белок), а также основного ангиогенного фактора VEGF [14-16].

Кроме того, препарат Кортексин® оказывает положительное влияние на течение стрессовых реакций (повышает адаптационные возможно-

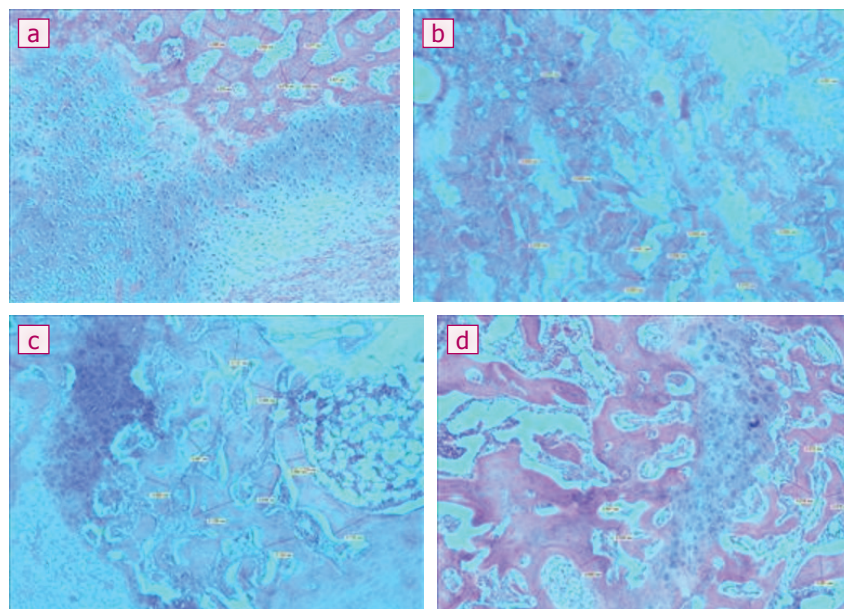
Рисунок 3

Регенераты исследуемых групп экспериментальных животных:

а) группа I; б) группа II; в) группа III; д) группа IV — 28-е сутки эксперимента. Гематоксилин и эозин. Ув. 100×

Figure 3

Regenerates of the studied groups of experimental animals: а) group I; б) group II; в) group III; д) group IV — the-28th day of the experiment. Hematoxylin and eosin. Magnification 100×



сти макроорганизма), на клеточные защитные реакции (улучшается миграция клеток в очаг повреждения). В исследовании Рудаковой Л.Ю. и соавт. при применении данного препарата в комплексном лечении продемонстрировано снижение воспалительных осложнений и сроков госпитализации у пациентов с переломом нижней челюсти и черепно-мозговой травмой [16, 17].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, эпигенетический регулятор Кортексин®, являясь ноотропным средством и обладая нейротропным действием, связанным с активацией пептидов нейронов и нейротрофических факторов [18], по нашему мнению, стимулирует ремоделирование костной ткани через вышеуказанные механизмы. Полученные положительные результаты применения

данного лекарственного средства в экспериментальном исследовании позволяют предположить, что его использование у пациентов с переломами длинных костей будет способствовать улучшению репаративных процессов костной ткани. Необходимо продолжить изучение влияния пептидных препаратов надкостницы и выделения на их основе новых видов эпигенетических регуляторов, что, возможно, позволит получить лучший стимулирующий эффект для репаративной регенерации костной ткани.

Информация о финансировании и конфликте интересов

Исследование не имело спонсорской поддержки.

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Mills LA, Aitken SA, Simpson AHRW. The risk of non-union per fracture: current myths and revised figures from a population of over 4 million adults. *Acta Orthop.* 2017; 88(4): 434-439. DOI: 10.1080/17453674.2017.1321351
2. Sadykov RI, Akhtyamov IF. Modern methods of medication and local therapy for delayed fracture consolidation (literature review). *The Genius of Orthopedics.* 2022; 28(1): 116-122. Russian (Садыков Р.И., Ахтямов И.Ф. Современные методы медикаментозной и локальной терапии замедленной консолидации переломов (обзор литературы) //Гений ортопедии. 2022. Т. 28, №1. С. 116-122.) DOI: 10.18019/1028-4427-2022-28-1-116-122
3. Handbook Vidal. Publisher: Vidal Rus. 2023. 1160 p. ISBN: 978-5-6044438-4-2. Russian (Справочник Видаль. Издательство: Видаль Рус, 2023. 1160 с.) ISBN: 978-5-6044438-4-2

4. Stepanov AV, Tsepelev VL, Tsepelev SL, Ayushiev OD. Peptide regulators of humoral immunity. Chita: Poisk. 2002. 157 p. Russian (Степанов А.В., Цепелев В.Л., Цепелев С.Л., Аюшиев О.Д. Пептидные регуляторы гуморального иммунитета. Чита: Поиск. 2002. 157 с.) ISBN 5-93119-091-0
5. Microscopic technique: manual /edited by DS Sarkisova, YuL Perov. Moscow: Medicine. 1996. 544 p. Russian (Микроскопическая техника: руководство /под ред. Д.С. Саркисова, Ю.Л. Перова. Москва: Медицина. 1996. 544 с.) ISBN: 5-225-02820-9)
6. Alentado VJ, Knox AM, Staut CA, McGuire AC, Chitwood JR, Mostardo SL, et al. Validation of the modified radiographic union score for tibia fractures (mRUST) in murine femoral fractures. *Front Endocrinol.* 2022; 13: 911058. DOI: 10.3389/fendo.2022.911058
7. Recommendations for the conduct, reporting, editing, and publication of scholarly work in medical journals. 2022. 19 p. URL: <https://icmje.org/icmje-recommendations.pdf> (date of the application: 18.04.2023)
8. Lang TA, Altman DG. Statistical analyses and methods in the published literature: the SAMPL guidelines. *Medical Writing.* 2016; 25(3): 31-36. DOI: 10.18243/eon/2016.9.7.4
9. Baht GS, Vi L, Alman BA. The role of the immune cells in fracture healing. *Curr. Osteoporos Rep.* 2018; 16(2): 138-145. DOI: 10.1007/s11914-018-0423-2
10. Rodríguez-Merchán EC. A review of recent developments in the molecular mechanisms of bone healing. *Int J Mo. Sci.* 2021; 22(2): 767. DOI: 10.3390/ijms22020767
11. Brazill JM, Beeve AT, Craft CS, Ivanusic JJ, Scheller EL. Nerves in bone: evolving concepts in pain and anabolism. *J Bone Miner. Res.* 2019; 34(8): 1393-1406. DOI: 10.1002/jbmr.3822
12. Karagayur MN, Makarevich PI, Shevchenko EK, Stambolsky DV, Kalinina NI, Parfyonova EV. Modern approaches to peripheral nerve regeneration after injury: the prospects of gene and cell therapy. *Genes and cells.* 2017; 12(1): 6-14. Russian (Карагаюр М. Н., Макаревич П. И., Шевченко Е. К., Стамбольский Д. В., Калинина Н. И., Парфёнова Е. В. Современные подходы к регенерации периферических нервов после травмы: перспективы генной и клеточной терапии //Гены и Клетки. 2017. Т. 12, № 1.С. 6-14.) DOI: 10.23868/201703001
13. Wan Q, Qin W, Ma Y, Shen M, Li J, Zhang Z, et al. Crosstalk between bone and nerves within bone. *Adv Sci (Weinh).* 2021; 8(7): 2003390. DOI: 10.1002/advs.202003390
14. Su YW, Zhou XF, Foster BK, Grills BL, Xu J, Xian CJ. Roles of neurotrophins in skeletal tissue formation and healing. *J Cell Physiol.* 2018; 233(3): 2133-2145. DOI 10.1002/jcp.25936
15. Su YW, Chim SM, Zhou L, Hassanshahi M, Chung R, Fan C, et al. Osteoblast derived-neurotrophin3 induces cartilage removal proteases and osteoclast-mediated function at injured growth plate in rats. *Bone.* 2018; 116: 232-247. DOI 10.1016/j.bone.2018.08.010
16. Gomazkov OA. Cortexin: molecular mechanisms and targets of neuroprotective activity. *Journal of Neurology and Psychiatry.* 2015; 115(8): 99-104. Russian (Гомазков О.А. Кортексин: молекулярные механизмы и мишени нейропротективной активности //Журнал неврологии и психиатрии. 2015. Т. 115, № 8. С. 99-104.) DOI: 10.17116/jnevro20151158199-104
17. Rudakova LYu, Vitkovskiy YuA, Pinelis IS. Influence of cortexin on clinical progression and lymphocyteplatelet adhesion of the patients having mandible fracture and closed craniocerebral trauma. *The Transbaikalian Medical Bulletin.* 2012; (2): 53-58. Russian (Рудакова Л.Ю., Витковский Ю.А., Пинелис И.С. Влияние Кортексина® на клиническое течение и лимфоцитарно-тромбоцитарную адгезию у больных с переломом нижней челюсти и закрытой черепно-мозговой травмой //Забайкальский медицинский вестник. 2012. № 2. С. 53-58.) URL: <http://zabmedvestnik.ru> (дата обращения: 30.03.2023)
18. Kuznik BI, Davydov SO, Popravka ES, Lin'kova NS, Kozina LS, Khavinson VKh. Regulation and neuroprotective protein FKBP1b. *Mol Biol.* 2019; 53(2): 339-348. Russian (Кузник Б.И., Давыдов С.О., Поправка Е.С., Линькова Н.С., Козина Л.С., Хавинсон В.Х. Эпигенетические механизмы пептидной регуляции нейропротекторный белок FKBP1b //Молекулярная биология. 2019. Т. 53, № 2. С. 339-348.) DOI 0.1134/S0026898419020095

Сведения об авторах:

Мироманов А.М., д.м.н., профессор, заведующий кафедрой травматологии и ортопедии, ФГБОУ ВО ЧГМА Минздрава России, г. Чита, Россия.

Гусев К.А., к.м.н., ассистент кафедры травматологии и ортопедии, ФГБОУ ВО ЧГМА Минздрава России, г. Чита, Россия.

Миронова О.Б., к.м.н., доцент кафедры травматологии и ортопедии, ФГБОУ ВО «ЧГМА» Минздрава России, г. Чита, Россия.

Мироманова Н.А., д.м.н., доцент, заведующая кафедрой детских инфекций, ФГБОУ ВО ЧГМА Минздрава России, г. Чита, Россия.

Адрес для переписки:

Мироманов Александр Михайлович, ул. Горького 39а, г. Чита, Россия, 672000

Тел: +7 (924) 386-18-16

E-mail: miromanov_a@mail.ru

Статья поступила в редакцию: 03.04.2023

Рецензирование пройдено: 21.04.2023

Подписано в печать: 01.06.2023

Information about authors:

Miromanov A.V., MD, PhD, professor, chief of department of traumatology and orthopedics, Chita State Medical Academy, Chita, Russia.

Gusev K.A., candidate of medical sciences, assistant of department of traumatology and orthopedics, Chita State Medical Academy, Chita, Russia.

Mironova O.B., candidate of medical sciences, associate professor of department of traumatology and orthopedics, Chita State Medical Academy, Chita, Russia.

Miromanova N.A., MD, PhD, associate professor, chief of department of pediatric infections, Chita State Medical Academy, Chita, Russia.

Address for correspondence:

Miromanov Alexander Mikhailovich, Gorkogo 39a, Chita, Russia, 672000

Tel: +7 (924) 386-18-16

E-mail: miromanov_a@mail.ru

Received: 03.04.2023

Review completed: 21.04.2023

Passed for printing: 01.06.2023

СОВРЕМЕННОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ИМПЛАНТАТОВ НА ОСНОВЕ ПОРИСТОГО ТИТАНА И ЕГО СПЛАВОВ ДЛЯ ЗАМЕЩЕНИЯ КОСТНЫХ ДЕФЕКТОВ

MODERN PRESENTATION OF USING POROUS TITANIUM IMPLANTS AND ITS ALLOYS FOR BONE DEFECTS AUGMENTATION

Бугаев Г.А. Bugaev G.A.
Антониади Ю.В. Antoniadu Yu.V.
Помогаева Е.В. Pomogaeva E.V.
Шорикова А.И. Shorikova A.I.

ФГБОУ ВО УГМУ Минздрава России, Ural State Medical University,
г. Екатеринбург, Россия Yekaterinburg, Russia

Титан в качестве материала для замещения дефектов кости нашел широкое применение в травматологии и ортопедии. Изучение различных сплавов титана, изменение структуры имплантата и модифицирование его поверхности позволяет быть биоэквивалентным к костной ткани.

Цель – предоставить полноценную картину об использовании титанового аугмента в качестве остеозамещающего материала, проанализировав современные литературные данные.

Материалы и методы. Произведен анализ отечественных и зарубежных статей, авторефератов и диссертаций с помощью электронных баз данных PubMed, Google Scholar, eLibrary, Science Research Portal, Cochrane Database за период 2000–2022 гг.

Результаты и обсуждение. Представлены сравнительные биомеханические характеристики металлических имплантатов по отношению к костной ткани. Выделена классификация титановых аугментов. Определен оптимальный размер пор и степень пористости в титановом аугменте для остеоинтеграции. Приведены данные о повышении остеоинтеграции путем модифицирования поверхности имплантата, добавления различных факторов роста и мезенхимальных стволовых клеток. Репрезентированы результаты пластики костных дефектов с помощью металлических имплантатов из сплава титана.

Выводы. Титан является ценным материалом для аугментации костных дефектов за счет своих биологических, osteoconductive, механических и прочностных свойств, способен к полной остеоинтеграции с подлежащей костной тканью. Высокопористый титановый имплантат, полученный методом 3D-печати, является перспективным материалом для замещения импрессионных дефектов при внутрисуставных переломах. Приоритетными направлениями становятся клинические и экспериментальные исследования аугментов из композиционных материалов на основе титановой матрицы. Проблема модифицирования поверхности пористых металлических имплантатов с возможностью контролируемой остеоиндукции и остеоинтеграции, а также приданием антибактериальных свойств Me-имплантату, остается открытой для изучения в будущем.

Ключевые слова: аугментация; скаффолд; пористый титан; дефект кости; аддитивные технологии

Titanium as a material for replacing bone defects has found wide application in traumatology and orthopedics. The study of various titanium alloys, changing the structure of the implant and modifying its surface makes it possible to be bioequivalent to bone tissue.

Objective – to provide a complete picture of using titanium augment as an osteoreplacement material by analyzing current literature data.

Materials and methods. The analysis of domestic and foreign articles, abstracts and dissertations was carried out for the period of 2000–2022 using the electronic databases PubMed, Google Scholar, eLibrary, Science Research Portal, Cochrane Database.

Results and discussion. Comparative biomechanical characteristics of metal implants in relation to bone tissue are presented. The classification of titanium augments is highlighted. The optimal pore size and degree of porosity in the titanium augment for osseointegration were determined. Data are presented on the increase in osseointegration by modifying the implant surface, adding various growth factors and mesenchymal stem cells. The results of plasty of bone defects with titanium alloy metal implants are presented.

Conclusion. Titanium is a valuable material for augmentation of bone defects. Due to its biological, osteoconductive, mechanical and strength properties, it is capable of complete osseointegration with the underlying bone tissue. A highly porous 3D-printed titanium implant is a promising material for replacing impression defects in intraarticular fractures. Priority areas are clinical and experimental studies of porous Tantalum (Ta) augments and titanium matrix composite materials. The problem of modifying the surface of porous metal implants with the possibility of controlled osteoinduction and osseointegration, as well as imparting antibacterial properties to the Me-implant, remains open for study in the future.

Key words: augmentation; scaffold; porous titanium; bone defect; additive technologies

Для цитирования: Бугаев Г.А., Антониади Ю.В., Помогаева Е.В., Шорикова А.И. СОВРЕМЕННОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ИМПЛАНТАТОВ НА ОСНОВЕ ПОРИСТОГО ТИТАНА И ЕГО СПЛАВОВ ДЛЯ ЗАМЕЩЕНИЯ КОСТНЫХ ДЕФЕКТОВ//ПОЛИТРАВМА / POLYTRAUMA. 2023. № 2, С. 94–102.

Режим доступа: <http://poly-trauma.ru/index.php/pt/article/view/441>

DOI: 10.24412/1819-1495-2023-2-94-102

Активное исследование, производство и применение титана (Ti) началось в середине XX века [1]. Изучение физических свойств данного материала в контексте взаимодействия с тканями и клетками организма человека открыло широкое направление исследований в сфере здравоохранения. Выяснилось, что титан в чистом виде обладает высокой прочностью, легким весом, оптимальной пластичностью, коррозионной стойкостью и хорошей биосовместимостью [2]. Однако имеются и недостатки данного материала. Во-первых, низкая остеогенность приведет к формированию фиброзно-хрящевой мозоли на границе «металл-кость» и, как следствие, нестабильности [3]. Во-вторых, у титана модуль упругости (Юнга) выше по сравнению с натуральной костью, что ведет к перифокальной резорбции костной ткани на линии контакта с Ме-аугментом и последующим несращиваниям [4]. В-третьих, в результате износа титанового имплантата образуются оксиды, вызывающие местное воспаление, запускаящие каскад апоптоза и некроза костной ткани, приводя к несостоятельности и потере аугмента [5, 6].

Экспериментируя над изменением физико-химических свойств титана, ученым удалось трансформировать параметры, превращая недостатки данного материала в его преимущества путем легирования различных элементов [7]. Образующиеся при этом сплавы нашли применение во многих отраслях медицины [8, 9]. В травматологии и челюстно-лицевой хирургии используются винты и пластины из сплава Ti6Al4V [10, 11], в нейрохирургии применяются системы транспедикулярной фиксации, кейджи для межтелового спондилодеза [12, 13], дентальные коронки и имплантаты из титана-циркония (Ti-Zr) — в стоматологии [14, 15].

Таким образом, проблема замещения дефектов костной ткани является нерешенной по настоящее время, а отсутствие единого мнения насчет «идеального» имплантата заставляет ученых и специалистов клинической медицины находиться в поиске ее решения [16].

Цель исследования — на основе анализа современных литературных данных предоставить полноценную картину об использовании титанового аугмента в качестве остеозамещающего материала.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Произведен анализ отечественной и зарубежной литературы, отражающий широкое использование титана и сплавов на его основе в качестве остеопластического материала. В ходе работы задействованы следующие базы данных: PubMed, Google Scholar, eLibrary, Science Research Portal, Cochrane Database. Ключевые слова для поиска: «титан», «дефект костной ткани», «замещение дефекта», «сплав титана», «пористость материала», «пористый титан», «тантал», «остеоиндуктивный материал», «аугмент», «аддитивные технологии», «скаффолд».

Глубина поиска научных работ — с 2000 по 2022 г. включительно. Также в настоящий обзор включены статьи, опубликованные ранее заданного диапазона: несмотря на давний срок публикации они не утрачивают своей актуальности, а выдвигаемые тезисы остаются неизменными по настоящее время. Предпочтение отдавалось клиническим и экспериментальным исследованиям последних 5 лет по замещению костных дефектов, формирующихся при переломах. Публикации исключались по критериям: 1) краткое содержание и ограниченный доступ; 2) замещение костных дефектов при ревизионном эндопротезировании; 3) замещение костных дефектов при остеомиелите.

В ходе поиска литературы по ключевым словам и аннотации найдено 472 источника литературы. После просеивания работ согласно указанным критериям выделены 64 литературные публикации. Из них 1 систематический обзор, 1 метаанализ, 1 рандомизированное контролируемое исследование, 63 экспериментальных исследования. Распределение отобранных для обзора статей по основным обсуждаемым в них вопросам и проблемам представлено в таблице 1.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Успешное внедрение пористых металлических имплантатов должно восстановить функцию кости и способствовать регенерации поврежденных тканей. Идеальный костный имплантат должен обладать следующими характеристиками [17]:

- 1) биосовместимость, понимаемая как свойства материала, обуславливающие его правильное функционирование в живом организме;
- 2) механические свойства, соответствующие анатомической нагрузке требования, чтобы избежать механических повреждений и уменьшить или устранить защиту от напряжения, чтобы соответствовать требованиям окружающих тканей;
- 3) подходящая поверхность для адгезии, пролиферации и дифференцировки клеток;
- 4) пористость с сетью взаимосвязанных пор для врастания клеток и обеспечения надлежащей васкуляризации.

В группе металлических остеопластических материалов только чистый титан (СТ-Ti, α -структура) обладает хорошей биосовместимостью, однако его механо-прочностные свойства не совпадают с нативной костной тканью (табл. 2) [28].

Для улучшения данных свойств прибегают к легированию различных элементов к основной структуре титана [18, 19]. Существуют 3 группы титановых сплавов в зависимости от легирующего элемента [20]:

- 1) стабилизаторы α -фазы: алюминий (Al), кислород (O), углерод (C) и азот (N);
- 2) стабилизаторы β -фазы: ванадий (V), молибден (Mo), ниобий (Nb) и тантал (Ta); эвтектоиды: железо (Fe), марганец (Mn), хром (Cr), никель (Ni), медь (Cu), кремний (Si) и водород (H);
- 3) нейтральные элементы: цирконий (Zr) и олово (Sn).

Применение пористой структуры усиливает механическое взаимодействие между металлическим биоматериалом и костью за счет ее врастания в поры имплантата.

Таблица 1
Распределение статей по обсуждаемым вопросам и проблемам
Table 1
Distribution of articles relating to discussed issues and problems

Рассматриваемые вопросы и проблемы Review we dissues and problems	Количество статей Number of articles	Авторы и год публикации Authors and publication year
Обоснование использования металлических титановых имплантатов Rationale for the use of metallic titanium implants	10	R.T. Bothe et al. (1940) [1] M. Geetha et al. (2009) [2] K. Anselme et al. (2000) [3] T. Kunii et al. (2019) [4] L.K. Longhofer et al. (2017) [5] A.S. Yavari et al. (2014) [7] M. Hirota et al. (2016) [10] L.Y. Shi et al. (2017) [12] S.J. Leo et al. (2022) [14] Ю.В. Антониади с соавт. / Yu.V. Antoniadis et al. (2018) [16]
Анализ биомеханических характеристик сплавов на основе титана Analysis of biomechanical characteristics of titanium-base dalloys	5	B.D. Ratner et al. (2004) [17] X. Li et al. (2017) [18] Y.Y. Khrunyk et al. (2021) [19] S.V. Nadezhdin et al. (2017) [21] K. Palka et al. (2018) [28]
Типы титановых имплантатов, их преимущества и недостатки Types of titanium implants, their advantages and disadvantages	7	G. Lutjering et al. (2007) [20] T. Albrektsson et al. (1986)[29] S. Furrer et al. (2018) [30] X. Feng et al. (2015) [31] K.T. Kim et al. (2019) [32] M. Thukkaram et al. (2020) [33] G. Tang et al. (2021) [34]
Оценка остеокондуктивных и остеоинтегративных свойств сплавов титана Evaluation of osteoconductive and osteointegrative properties of titanium alloys	10	S.V. Nadezhdin et al. (2017) [21] B. Chang et al. (2016) [22] M. Mour et al. (2010) [23] C. Gao et al. (2018) [24] Y. Kirmanidou et al. (2016) [25] M. Dziaduzewska et al. (2021) [26] C. Sun et al. (2022) [27] Q. Han et al. (2019) [35] D. Fraser et al. (2019) [36] G. Tang et al. (2020) [37]
Роль современных технологий (3D-печати) в разработке новых титановых имплантатов The role of modern technologies (3D printing) in the development of new titanium implants	8	Y. Guo et al. (2019) [38] A. Palmquist et al. (2013) [43] Р.М. Тихилов с соавт. / R.M. Tikhilov et al. (2018) [56] М.В. Гилев с соавт. / M.V. Gilev et al.(2020) [57] В.С. Кошелев с соавт. / V.S. Koshelev et al. (2018)[58] N. Eliaz et al. (2011) [59] N. Metoki et al. (2016) [60] S. Tantavisut et al. (2017) [61]
Модификация поверхности титановых скаффолдов в экспериментальных работах Modification of the surface of titanium scaffolds in experimental work	16	J. Kreuter et al. (1978) [44] Y. Yang et al. (2016) [45] C.L. Abad et al. (2018) [46] M. Badar et al. (2018) [47] S.A. Yavari et al. (2016) [48] R. Pokrowiecki et al. (2017) [49] M.B. Thomas et al. (2016) [50] E. Zhangetal (2021) [51] H. Chouirfa et al. (2018) [52] K. Chae et al. (2020) [53] M. Croes et al. (2018) [54] A. Aunon et al. (2019) [55] N. Metoki et al. (2016) [60] S.Tantavisut et al. (2017)[61] A. Ilea et al. (2019) [62] H. Zhao et al. (2021) [63]
Эффективность использования титановых аугментов в клинической практике Efficiency of using titanium augments in clinical practice	1	B.Y. Jonsson et al. (2015) [64]

Таблица 2
Сравнительные биомеханические характеристики металлических имплантатов по отношению к костной ткани
Table 2
Comparative biomechanical characteristics of metal implants in relation to bone tissue

Материал Material	Модуль Юнга (ГПа) Young's modulus (hPa)	Предел текучести (МПа) Yield strength (mPa)	Предел прочности (МПа) Tensile strength (mPa)	Элонгация (%) Elongation (%)	Применение Use
Кортикальная кость Cortical bone	17-22	120-160	42-158	0.55-0.94	Костная пластика Bone grafting
Трабекулярная кость Trabecular bone	0.3-4.0	1.75	2~5	0.78	Костная пластика Bone grafting
Титан (Класс 2) Titanium (Class 2)	100-115	170-483	240-550	15-24	Остеосинтез Osteosynthesis
Титан, 70% пористости Titanium, 70% porosity	5	25	53	n.a	Остеоиндукция Osteoinduction
Ti6Al4V	110	860	930	10~15	Эндопротезирование / остеосинтез Endoprosthesis / osteosynthesis
Ti13Nb13Zr	79-84	863-908	973-1037	10~16	Остеосинтез Osteosynthesis
Ti6Ta4Sn	113-124	870-885	1030-1040	6~8	Эндопротезирование Endoprosthesis
Ti6Ta4Sn 75% пористости Ti6Ta4Sn, 75% porosity	4,6	65	n.a	n.a	Остеоиндукция Osteoinduction
Кобальтовый сплав Cobalt alloy	220-230	450-1500	655-1900	5~30	Остеосинтез Osteosynthesis
Нержавеющий Me 316L тип Stainless Me 316L type	193	172-690	485-860	12~40	Остеосинтез Osteosynthesis
Тантал Tantalum	188-190	138-345	205-517	1~30	Костная пластика Bone grafting
Тантал, 75% пористости Tantalum, 75% porosity	2.5-3.9	5~13	35	n. a	Остеоиндукция Osteoinduction
Магниевый сплав Magnesium alloy	38-65	70-140	190-250	2~11	Остеосинтез Osteosynthesis

Исследование, проведенное Надеждиным и соавт., показало лучшие остеогенные и остеокондуктивные характеристики пористых имплантатов по сравнению с однородной конфигурацией поверхности. Процесс врастания кости связан с пористостью материалов, размером пор и структурой [21].

В исследовании Chang et al. оценивались титановые скаффолды для замещения дефекта кости. Авторы пришли к выводу, что небольшие поры (около 188 нм) с большей вероятностью способствуют дифференцировке клеток в начале интеграции имплантата, в то время как более крупные (313 нм и более) способствуют пролиферации клеток и врастанию кости на поздних сроках. Поры должны быть соединены между собой, чтобы обеспе-

чить достаточную васкуляризацию и питание [22]. Пористость 75-85 % является предпочтительной для быстрого врастания кости, согласно Mour et al., и трехмерная открытая пористая структура считается наиболее выгодной [23].

Геометрия пор может влиять на упругие свойства пористого материала, особенно при больших значениях пористости [24]. Существует два мнения о том, какой должна быть форма имплантата и каким образом она влияет на степень интеграции в костную ткань. Одна группа авторов за объемно-центрированную кубическую, другая — за алмазоподобную форму титанового аугмента [25, 26]. В эксперименте in vivo имплантировали пористый титан одной из вышеуказанных форм. Объектом исследования яв-

лялись 34 новозеландских кролика. Оценивали площадь прорастания костной ткани с помощью микро-КТ-исследования. Животных выводили из эксперимента на 2-й и 4-й неделях и проводили in vitro оценку механических параметров. В группе с объемно-центрированной кубической формой имплантата площадь прорастания костной ткани значительно выше по сравнению с алмазоподобной на всех сроках эксперимента ($p < 0,05$). При оценке механических параметров достоверных различий между группами не выявлено [27].

Отличная биомеханическая совместимость с костной тканью, обрабатываемость, пластичность, низкая токсичность и прочностные характеристики являются основными причинами применения титана в ка-

честве опорного компонента для замещения.

Еще в 1986 году Albrektsson et al. заявили, что титан и сплавы на его основе можно широко использовать в ортопедических целях из-за структуры, напоминающей костную ткань, высоких механических характеристик и превосходной биосовместимости. Однако отсутствовала достоверная база об остеоинтеграции, биологической активности, коррозионной стойкости и механическом соответствии с костной тканью [29]. Инертность титана может легко вызвать образование фиброзной ткани, в то время как низкая коррозионная стойкость приводит к его окислению в организме, препятствуя заживлению кости и усиливая высвобождение воспалительных цитокинов, что приводит к хроническому воспалению и нестабильности имплантата [30-32].

Как утверждают Thukkaram et al. (2020), чтобы предупредить данный процесс, необходимо работать не только над внешними характеристиками интерфейса имплантата, но и его биологической активностью, а также коррозионной устойчивостью. Механические и прочностные показатели должны быть максимально приближены к характеристикам трабекулярной кости [33].

В одном из последних метаанализов, отражающих тенденции в разработке костно-заместительных биоматериалов, Tang G. et al. подчеркивают эффективность использования пористых титановых аугментов и сплавов на их основе для замещения дефектов кости, опираясь на многочисленные исследования в этом направлении. Выделяют перспективы дальнейших исследований определенных титановых сплавов [34]. Набирает популярность «костно-трабекулярный металл» — тантал (Ta). Это высокопористый металл, обладающий отличной биосовместимостью, оптимальным модулем упругости Юнга, коррозионной устойчивостью [35]. В обоих экспериментальных исследованиях на кроликах Fraser et al. (2019) и Tang et al. (2020) сравнивают титановые импланты с пористым танталовым модифици-

рованием и без него и приходят к выводу о том, что в группе имплантируемого пористого тантала отмечается раннее костное сращение на границе «имплант-кость» [36, 37].

Guo et al. (2019), используя селективное лазерное плавление для производства скаффолда из пористого тантала (Ta) с размером пор 400 нм, который имплантировали в искусственно созданный цилиндрический костный дефект наружного мыщелка бедренной кости новозеландских кроликов, размерами $1 \times 0,5$ см, в группе сравнения имплантировали скаффолд из пористого Ti6Al4V, произведенный таким же методом. Рентгенологический анализ показал, что в группе контроля костная мозоль вокруг танталового имплантата формировалась интенсивнее [38].

Перспективы передового производства титана в металлургии для биомедицинских целей были тщательно рассмотрены в метаанализе Alfred T [39]. Сплав Ti6Al4V обладает хорошей прочностью, устойчивостью к коррозии, жаростойкостью, пластичностью и биологической совместимостью, что открыло широкие возможности и перспективы его изучения не только в качестве материала для наружных или погружных фиксаторов, но и имплантируемых устройств [40, 41].

В исследовании, которое включало долгосрочный эксперимент *in vivo*, Palmquist et al. оценили остеоинтеграцию пористого Ti6Al4V и цельного титанового имплантата. Аугменты имплантировали овцам в искусственно созданный дефект бедренной кости. Спустя 26 недель результаты показали, что пористые имплантаты интегрированы по всей площади соприкосновения с костью, а цельные — на 57 % [42].

Среди исследований, которые показали биосовместимость имплантируемого титана (Ti), есть публикация Sago et al. В исследовании авторы изготовили пористый Ti6Al4V и представили результаты формирования микроструктуры сплава, его механические и биологические свойства. Их результаты показали, что ячеистый титановый имплантат (Ti6Al4V) соответствует всем требованиям спецификации

ASTM F1472 на гемосовместимость, цитотоксичность, сенситизацию, системную токсичность и имплантацию [43].

Помимо своего основного остеокондуктивного свойства, имплантируемый титановый аугмент может нести потенциально вторичные эффекты. Впервые изучением присоединения антибактериального эффекта к металлическому имплантату занялся Kreuter J. Данный шаг связан с распространением имплантируемых в организм человека устройств и, как следствие, ростом периимплантной инфекции [44]. Антибактериальные вещества могут быть нанесены непосредственно на поверхность имплантата или с помощью биоразлагаемых полимерных носителей лекарственных средств [45, 46]. Badar et al. оценивали пористые диски из спеченного материала Ti6Al4V, покрытые двойным гидроксидным слоем, содержащим ципрофлоксацин. В их исследовании материал продемонстрировал достаточный антибактериальный эффект *in vitro* против *P. aeruginosa*. Совместимость была подтверждена *in vitro* в клеточной линии остеобластов, а также на мышинной модели, где пористые имплантаты, покрытые ципрофлоксацином, были биосовместимы и способны подавлять бактериальные инфекции более 2 недель. Скорость высвобождения ципрофлоксацина из агломератов, измеренная *in vitro*, показала, что антибиотик все еще обнаруживается через 7-15 дней в фосфатно-буферном физиологическом растворе в зависимости от содержания антибиотика [47]. Наличие пор может уменьшить эффект высвобождения, ответственного за быстрое и неконтролируемое растворение антибактериального агента [48]. Это явление — частая проблема, наблюдаемая в случае металлических биоматериалов с коррозионной активностью [49-51]. К сожалению, во многих опубликованных исследованиях отсутствует всесторонняя оценка полученного материала, поскольку они ограничены изучением способности оказывать только антибактериальный эффект, но не учитывают возможности и сроки остеоинтеграции [52-55].

Тихилов Р.М. с соавт. проводили эксперимент *in vivo*. На 6 кроликах породы шиншилла ученые сравнивали титановые аугменты, полученные путем аддитивных технологий с 3D-прототипированием. В группу контроля входили титановые аугменты со стандартной пористостью (100-200 мкм), а группу сравнения составили титановые материалы с сетчатой структурой. На 60-е сутки проводилось морфологическое исследование образцов, а на 90-е — прочностное. Отмечено полное интегрирование костной ткани в поры имплантатов с минимальным количеством фиброзной ткани. Демонстрируются прочностные показатели интеграции костной ткани в титановые материалы с сетчатой структурой [56].

В своем экспериментальном исследовании Гилев М.В. с соавт. сравнивают влияние различных аугментов на поведение маркеров резорбции в период формирования костной ткани при замещении импрессионного эпиметафизарного перелома кости кроликов. В группе исследования, где аугментация костного дефекта производилась материалом на основе пористого титана, к 45-м суткам отмечается увеличение остеокальцина ($25,66 \pm 3,10$ ng/ml) и щелочной фосфатазы, а именно ее костной формы ($61,00 \pm 13,20$ ng/ml) в сыворотке крови. Полученные данные говорят о способности такого имплантата инициировать остеогенез в совокупности с минимальной перифокальной резорбцией на границе имплантата с донорским ложем [57].

В исследовательской работе по изучению степени интеграции остеопластических материалов (пористый титан, бета-трикальций фосфат, ксено-кость, наноструктурный углерод) посредством оценки денситометрических показателей при помощи компьютерной томографии на сроках 1, 6, 12 и 25 недель в искусственно созданном внутрисуставном импрессионном переломе большеберцовой кости у 30 кроликов выяснилось, что денситометрическая плотность на границе «кость-имплант» в группах с ксенопластическим материалом и наноструктурным углеродом составляет $315,1 \pm 8,2$ и $280,1 \pm 6,9$ [HU]

соответственно к 6-й неделе, тогда как плотность собственно трабекулярной кости — $420,1 \pm 25,2$ [HU]. Данный факт свидетельствует о перифокальной резорбции и неполной интеграции материалов. В группах, в которых аугментация импрессионных дефектов производилась титановыми и bTCP-аугментами, отмечается увеличение денситометрической плотности к 6-й неделе — $500,2 \pm 5,8$ и $420,8 \pm 3,2$ [HU] соответственно, что свидетельствует о положительной динамике остеоинтеграции [58].

Для улучшения основных характеристик вживляемого титанового имплантата взгляд ученых направлен не только на создание различных композиций материалов, но и их покрытие различными биологически активными элементами [59-61]. К примеру, в недавнем исследовании А. Пеа et al. сравнивались 2 группы титановых скаффолдов с диаметром пор от 800 нм до 1000 нм, полученные путем селективного лазерного плавления. В группу контроля вошли 6 кроликов калифорнийской породы, которым замещали дефект бедренной кости размером 8 мм с помощью титанового скаффолда без покрытия. Данная группа поделена на подгруппы по 3 животных: размер пор титанового аугмента составлял 800 нм и 1000 нм соответственно. В группу сравнения входили также 6 кроликов такой же породы, однако титановый аугмент был покрыт Ca/P. Подгруппы в данной группе кроликов разделились по такому же принципу. Гистологическую оценку результатов производили на 2, 4 и 6-й месяц. Все скаффолды показали отличную оценку остеоинтеграции. В подгруппах, где размер пор аугмента составлял 800 нм, замечено прорастание костной ткани внутри самого имплантата. В группах с Ca/P покрытием титанового аугмента отмечается ранняя остеоинтеграция [62].

Модифицировать регенераторный процесс при замещении костных дефектов можно путем добавления в аугмент мезенхимальных стволовых клеток и факторов роста. В настоящее время предпочитают использовать гидрогели, содержащие те самые клетки и

факторы роста. В экспериментальной работе по замещению дефекта костной ткани в мышечках бедра Новозеландской породы кроликов авторы использовали пористый имплантат из титанового сплава Ti6Al4V, произведенный 3D-принтингом (средняя пористость составила $69,2 \pm 0,9$ %; средний размер пор — $593,4 \pm 16,9$ μm). В группе сравнения к аугменту добавляли гидрогель, содержащий мезенхимальные стволовые клетки (BMSC) и эндотелиальные плюрипотентные клетки (EPC), отвечающие за миграцию эндотелиального фактора роста и образование капиллярной сети. Дефект костной ткани формировался искусственно 6×8 мм. Результаты оценивали на 12-й неделе после замещения. По результатам КТ и микроангиографии в группе сравнения отмечалось наглядное прорастание костной мозоли по всей площади имплантата от периферии к центру, при этом капиллярная сеть в новообразованной костной мозоли была массивнее по сравнению с группой контроля, где не использовался гидрогель [63].

На данный момент имеется множество экспериментальных работ по изучению пористого титана в качестве остеопластического материала. Нами найдено лишь одно рандомизированное контролируемое исследование, проведенное группой авторов из Швеции. В исследовании принимало участие 20 пациентов (11 женщин, 9 мужчин, средний возраст — 44 года) с импрессионными переломами тибияльного плато (Schatzker II, Schatzker III). В группу контроля вошли 9 пациентов, которым проведена пластика костного дефекта аутооттрансплантатом из гребня подвздошной кости. В группе сравнения состояло 11 пациентов, у которых костный дефект метафизарной зоны наружного мыщелка большеберцовой кости заполнялся пористыми титановыми гранулами 1,0-1,4 мм в диаметре. Всем пациентам выполнена стандартная оперативная техника открытой репозиции с elevation импрессионного участка, стабильная фиксация опорной мыщелковой пластиной. Результаты оценивались согласно следующим критериям: временные (время, затра-

ченное на операционную сессию), рентгенологические (остаточная и рецидивирующая импрессия) через 1 день, 6 недель, 3-6-12 месяцев, функциональные (Lysholm knee score) через 12 месяцев, болевые (уровень боли в коленном суставе по шкале ВАШ) через 12 месяцев. Время, затраченное на операционную сессию, статистически меньше в группе сравнения ($p < 0,002$), где костный дефект заполнялся пористыми титановыми гранулами. При оценке степени рецидивирующей импрессии в течение 12 месяцев в группе контроля (аутотрансплантат из гребня) с 3-го месяца замечена тенденция к импрессии суставной поверхности. Риск рецидивирующей импрессии на протяжении 12 месяцев статистически меньше

в группе сравнения ($p < 0,001$). Статистически значимой разницы в болевых (шкала ВАШ) и функциональных (шкала Lysholm knee) результатах на протяжении 12 месяцев не выявлено. Однако у пациентов, в лечении которых использовался аутотрансплантат из гребня подвздошной кости, отмечается болезненность донорского участка, так называемый синдром «донорского ложа» [64].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Высокопористый титановый имплантат является перспективным остеозамещающим материалом при различных переломах, сопровождающихся формированием костного дефекта. За счет своих характеристик, приближенных к нативной

кости, он способен к полной остеоинтеграции. Использование аддитивных 3D-технологий в работе с титановой матрицей имеет большой потенциал в получении «идеального» металлического трансплантата с заданными характеристиками. По-прежнему остается открытым вопрос модифицирования поверхности пористых металлических имплантатов с возможностью контролируемой остеоинтеграцией.

Информация о финансировании и конфликте интересов

Исследование не имело спонсорской поддержки.

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

- Bothe RT, Beaton LE, Davenport HA. Reaction of bone to multiple metallic implants. *Surg Obstet Gynecol.* 1940; 71: 598-602.
- Geetha M, Singh AK, Asokamani R, Gogia AK. Ti based biomaterials, the ultimate choice for orthopaedic implants—a review. *Prog Mater Sci.* 2009; 54: 397-425.
- Anselme K. Osteoblast adhesion on biomaterials. *Biomaterials.* 2000; 21: 667-681.
- Kunii T, Mori Y, Tanaka H, Kogure A, Kamimura M, Mori N, et al. Improved osseointegration of a TiNbSn alloy with a low young's modulus treated with anodic oxidation. *Sci Rep.* 2019; 9(1): 13985. doi: 10.1038/s41598-019-50581-7
- Longhofer LK, Chong A, Strong NM, Wooley PH, Yang SY. Specific material effects of wear-particle-induced inflammation and osteolysis at the bone-implant interface: a rat model. *J Orthop Translat.* 2016; 8: 5-11. doi: 10.1016/j.jot.2016.06.026
- Lian F, Zhao C, Qu J, Lian Y, Cui Y, Shan L, et al. Icarin attenuates titanium particle-induced inhibition of osteogenic differentiation and matrix mineralization via miR-21-5p. *Cell Biol Int.* 2018; 42(8): 931-939. doi: 10.1002/cbin.10957
- Amin Yavari S, van der Stok J, Chai YC, Wauthle R, Tahmasebi Birgani Z, Habibovic P, et al. Bone regeneration performance of surface-treated porous titanium. *Biomaterials.* 2014; 35(24): 6172-6181. doi: 10.1016/j.biomaterials.2014.04.054
- Novel Biomaterials for Regenerative Medicine, Advances in Experimental Medicine and Biology 1077. H.J. Chun et al. (eds.) Springer Nature Singapore Pte Ltd. 2018 3. https://doi.org/10.1007/978-981-13-0947-2_1
- Kaur M, Singh K. Review on titanium and titanium based alloys as biomaterials for orthopaedic applications. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl.* 2019; 102: 844-862. doi: 10.1016/j.msec.2019.04.064
- Hirota M, Tanaka M, Ishijima M, Iwasaki C, Park W, Ogawa T. Effect of photofunctionalization on Ti6Al4V screw stability placed in segmental bone defects in rat femurs. *J Oral Maxillofac Surg.* 2016; 74(4): 861. e1-16. doi: 10.1016/j.joms.2015.11.016
- Liu PC, Yang YJ, Liu R, Shu HX, Gong JP, Yang Y, et al. A study on the mechanical characteristics of the EBM-printed Ti-6Al-4V LCP plates in vitro. *J Orthop Surg Res.* 2014; 9: 106. doi: 10.1186/s13018-014-0106-3
- Shi LY, Wang A, Zang FZ, Wang JX, Pan XW, Chen HJ. Tantalum-coated pedicle screws enhance implant integration. *Colloids Surf B Biointerfaces.* 2017; 160: 22-32. doi: 10.1016/j.colsurfb.2017.08.059
- Przekora A, Kazimierzczak P, Wojcik M, Chodorski E, Kropiwnicki J. Mesh Ti6Al4V Material Manufactured by Selective Laser Melting (SLM) as a Promising Intervertebral Fusion Cage. *Int J MolSci.* 2022; 23(7): 3985. Published 2022 Apr 3. doi: 10.3390/ijms23073985
- Leo SJ, Tan MY, Yee SHX, Lee FKF, Tan KBC. Rotational load fatigue performance of titanium vs titanium-zirconium implant-abutment connections. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2022; 37(4): 740-747. doi: 10.11607/jomi.9260
- Delgado-Ruiz R, Romanos G. Potential causes of titanium particle and ion release in implant dentistry: a systematic review. *Int J MolSci.* 2018; 19(11): 3585. Published 2018 Nov 13. doi: 10.3390/ijms19113585
- Antoniadi YuV. Organization of specialized surgical care for patients with near- and intra-articular fractures of the bones of the lower extremities. *Genius of Orthopedics.* 2018. 24(2): 126-133. Russian (Антониади Ю.В. Организация специализированной хирургической помощи пациентам с около- и внутрисуставными переломами костей нижних конечностей //Гений ортопедии. 2018. Т. 24, № 2. С. 126-133.)
- Biomaterials science: an introduction to materials in medicine. 2nd ed. Ratner, BD, Hoffman AS, Schoen FJ, Lemons JE. (Eds.). Academic Press: San Diego, CA, USA, 2004. 864 p.
- Li X, Gao P, Wan P, Pei Y, Shi L, Fan B, et al. Novel bio-functional magnesium coating on porous Ti6Al4V orthopaedic implants: in vitro and in vivo study. *Sci Rep.* 2017; 7: 40755. doi: 10.1038/srep40755
- Khrunyk YY, Ehnert S, Grib SV, Illarionov AG, Stepanov SI, Popov AA, et al. Synthesis and characterization of a novel biocompatible alloy, Ti-Nb-Zr-Ta-Sn. *Int J Mol Sci.* 2021; 22(19): 10611. doi: 10.3390/ijms221910611
- Lütjering G, Williams JC. Titanium: Engineering Materials and Processes, Springer, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2007.
- Nadezhdin SV, Zubareva EV, Burda YE, Kolobov YR, Ivanov MB, Khramov GV, et al. Influence of implants surface properties on bone tissue formation in the ectopic osteogenesis *Tes. Bull Exp Biol Med.* 2017; 162(6): 812-814. doi: 10.1007/s10517-017-3719-9

22. Chang B, Song W, Han T, Yan J, Li F, Zhao L, et al. Influence of pore size of porous titanium fabricated by vacuum diffusion bonding of titanium meshes on cell penetration and bone ingrowth. *Acta Biomater.* 2016; 33: 311-321. doi: 10.1016/j.actbio.2016.01.022
23. Mour M, Das D, Winkler T, Hoenig E, Mielke G, Morlock MM, et al. Advances in porous biomaterials for dental and orthopaedic applications. *Materials.* 2010; 3: 2947-2974.
24. Gao C, Wang C, Jin H, Wang Z, Li Z, Shi C, et al. Additive manufacturing technique-designed metallic porous implants for clinical application in orthopedics. *RSC Adv.* 2018; 8(44): 25210-25227. doi: 10.1039/c8ra04815k
25. Kirmanidou Y, Sidira M, Drosou ME, Bennani V, Bakopoulou A, Tsouknidas A, et al. New ti-alloys and surface modifications to improve the mechanical Properties and the biological response to orthopedic and dental implants: a review. *Biomed Res Int.* 2016; 2016: 2908570. doi: 10.1155/2016/2908570
26. Dziaduszevska M, Zieliński A. Structural and material determinants influencing the behavior of porous ti and its alloys made by additive manufacturing techniques for biomedical applications. *Materials (Basel).* 2021; 14(4): 712.
27. Sun C, Dong E, Chen J, Zheng J, Kang J, Jin Z, et al. The promotion of mechanical properties by bone ingrowth in additive-manufactured titanium scaffolds. *J Funct Biomater.* 2022; 13(3): 127. doi: 10.3390/jfb13030127
28. Pałka K, Pokrowiecki R. (2018), Porous titanium implants: a review. *Adv Eng Mater.* 2018; 20: 1700648. <https://doi.org/10.1002/adem.201700648>
29. Albrektsson T, Jansson T, Lekholm U. Osseointegrated dental implants. *Dent. Clin. North Am.* 1986; 130: 151. doi: 10.1016/s0140-6736(86)92568-7
30. Furrer S, Scherer Hofmeier K, Grize L, Bircher AJ. Metal hypersensitivity in patients with orthopaedic implant complications – a retrospective clinical study. *Contact Dermatitis.* 2018; 79(2): 91-98. doi: 10.1111/cod.13032
31. Feng X, Chen A, Zhang Y, Wang J, Shao L, Wei L. Application of dental nanomaterials: potential toxicity to the central nervous system. *Int J Nanomedicine.* 2015; 10: 3547-3565. doi: 10.2217/nnm.15.178
32. Kim KT, Eo MY, Nguyen TTH, Kim SM. General review of titanium toxicity. *Int J Implant Dent.* 2019; 5(1): 10. doi: 10.1186/s40729-019-0162-x
33. Thukkaram M, Vaidulych M, Kylian O, Hanus J, Rigole P, Aliakbarshirazi S, et al. Investigation of Ag/a-C:Hnanocomposite coatings on titanium for orthopedic applications. *ACS Appl Mater.* 2020; Interfaces 12: 21. doi: 10.1021/acsami.9b23237
34. Tang G, Liu Z, Liu Y, Yu J, Wang X, Tan Z, et al. Recent trends in the development of bone regenerative biomaterials. *Front Cell Dev Biol.* 2021; 9: 665813. doi: 10.3389/fcell.2021.665813
35. Han Q, Wang C, Chen H, Zhao X, Wang J. Porous tantalum and titanium in orthopedics: a review. *ACS Biomater Sci Eng.* 2019; 5: 5798-5824. doi: 10.1021/acsbiomaterials.9b00493
36. Fraser D, Mendonca G, Sartori E, Funkenbusch P, Ercoli C, Meirelles L. Bone response to porous tantalum implants in a gap healing model. *Clin Oral Implants Res.* 2019; 30: 156-168. doi: 10.1111/clr.13402
37. Tang G, Tan Z, Zeng W, Wang X, Shi C, Liu Y, et al. Recent advances of chitosan-based injectable hydrogels for bone and dental tissue regeneration. *Front Bioeng Biotechnol.* 2020; 8: 587658. doi: 10.3389/fbioe.2020.587658
38. Guo Y, Xie K, Jiang W, Wang L, Li G, Zhao S, et al. In vitro and in vivo study of 3D-printed porous Tantalum scaffolds for repairing bone defects. *ACS Biomater. Sci. Eng.* 2019; 5: 1123-1133. doi: 10.1021/acsbiomaterials.8b01094
39. Sidambe AT. Biocompatibility of advanced manufactured titanium implants: a review. *Materials (Basel).* 2014; 7(12): 8168-8188. doi: 10.3390/ma7128168
40. Bartolomeu F, Sampaio M, Carvalho O, Pinto E, Alves N, Gomes JR, et al. Tribological behavior of Ti6Al4V cellular structures produced by selective laser melting. *J MechBehav Biomed Mater.* 2017; 69: 128-134.
41. Lietaert K, Cutolo A, Boey D, Van Hooreweder B. Fatigue life of additively manufactured Ti6Al4V scaffolds under tension-tension, tension-compression and compression-compression fatigue load. *Sci Rep.* 2018; 8(1): 4957.
42. Palmquist A, Snis A, Emanuelsson L, Browne M, Thomsen P. Long-term biocompatibility and osseointegration of electron beam melted, free-form-fabricated solid and porous titanium alloy: experimental studies in sheep. *J Bio Mater Appl.* 2013; 27: 1003-1016.
43. Sago JA, Broadley MW, Eckert JK. Metal injection molding of alloys for implantable medical devices. *International Journal of Powder Metallurgy.* 2012; 48(2): 41-49.
44. Kreuter J. Nanoparticles and nanocapsules – new dosage forms in the nanometer size range. *Pharm Acta Helv.* 1978; 53(2): 33-39.
45. Yang Y, Ao HY, Yang SB, Wang YG, Lin WT, Yu ZF, et al. In vivo evaluation of the anti-infection potential of gentamicin-loaded nanotubes on titania implants. *Int J Nanomedicine.* 2016; 11: 2223-2234. doi: 10.2147/IJN.S102752
46. Abad CL, Haleem A. Prosthetic joint infections: an update. *Curr Infect Dis Rep.* 2018; 20(7): 15. doi:10.1007/s11908-018-0622-0
47. Badar M, Rahim MI, Kieke M, Ebel T, Rohde M, Hauser H, et al. Controlled drug release from antibiotic-loaded layered double hydroxide coatings on porous titanium implants in a mouse model. *J Biomed Mater Res A.* 2015; 103(6): 2141-2149. doi: 10.1002/jbm.a.35358
48. Amin Yavari S, Loozen L, Paganelli FL, Bakhshandeh S, Lietaert K, Groot JA, et al. Antibacterial behavior of additively manufactured porous titanium with nanotubular surfaces releasing silver ions. *ACS Appl Mater Interfaces.* 2016; 8(27): 17080-17089. doi: 10.1021/acsami.6b03152
49. Pokrowiecki R, Zaręba T, Szaraniec B, Pałka K, Mielczarek A, Menaszek E, et al. In vitro studies of nanosilver-doped titanium implants for oral and maxillofacial surgery. *Int J Nanomedicine.* 2017; 12: 4285-4297. doi: 10.2147/IJN.S131163
50. Thomas MB, Metoki N, Mandler D, Eliaz N. In situ potentiostatic deposition of calcium phosphate with gentamicin-loaded chitosan nanoparticles on titanium alloy surfaces. *Electrochim Acta.* 2016; 222: 355-360. doi: 10.1016/j.electacta.2016.10.186
51. Zhang E, Zhao X, Hu J, Wang R, Fu S, Qin G. Antibacterial metals and alloys for potential biomedical implants. *Bioact Mater.* 2021; 6(8): 2569-2612. doi: 10.1016/j.bioactmat.2021.01.030
52. Chouirfa H, Bouloussa H, Migonney V, Falentin-Daudré C. Review of titanium surface modification techniques and coatings for antibacterial applications. *Acta Biomater.* 2018; 83: 37-54.
53. Chae K, Jang WY, Park K, Lee J, Kim H, Lee K, et al. Antibacterial infection and immune-evasive coating for orthopedic implants. *Sci Adv.* 2020; 28;6(44):eabb0025. doi: 10.1126/sciadv.abb0025
54. Croes M, Bakhshandeh S, van Hengel I, Lietaert K, van Kessel K, Pouran B, et al. Antibacterial and immunogenic behavior of silver coatings on additively manufactured porous titanium. *Acta Biomater.* 2018; 81: 315-327.

55. Auñón Á, Esteban J, Doadrio AL, Boiza-Sánchez M, Mediero A, Eguibar-Blázquez D, et al. Staphylococcus aureus prosthetic joint Infection is prevented by a fluorine- and phosphorus-doped nanostructured Ti-6Al-4V alloy loaded with gentamicin and vancomycin. *J Orthop Res*. 2020; 38(3): 588-597. doi: 10.1002/jor.24496
56. Tikhilov RM, Shubnyakov II, Denisov AO, Konev VA, Gofman IV, Mikhailova PM, et al. Bone and soft tissue integration of porous titanium implants (experimental study). *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2018; 24(2): 95-107. Russian (Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Денисов А.О., Конев В.А., Гофман И.В., Михайлова П.М., и др. Костная и мягкотканная интеграция пористых титановых имплантатов (экспериментальное исследование) // Травматология и ортопедия России. 2018. № 24(2). С. 95-107.) <https://doi.org/10.21823/2311-2905-2018-24-2-95-107>
57. Gilev MV, Volokitina EA, Antropova IP, Bazarny VV, Kutepov SM. Markers of bone remodeling during the replacement of defective trabecular bone tissue with resorbable and non-resorbable osteoplastic materials in the experiment. *Genius of Orthopedics*. 2020; (20): 222-227. Russian (Гилев М.В., Волокитина Е.А., Антропова И.П., Базарный В.В., Кутепов С.М. Маркеры костного ремоделирования при замещении дефектотрабекулярной костной ткани резорбируемыми и нерезорбируемыми остеопластическими материалами в эксперименте // Гений ортопедии. 2020. № 2. С. 222-227.)
58. Koshelev VS, Gilev MV. Studying the effect of basic osteoplastic materials on the densitometric parameters of bone tissue. *Proceedings of the IIIrd International Scientific and Practical Conference of Young Scientists and Students* [Electronic resource], Yekaterinburg, April 3-5, 2018 Yekaterinburg: UGMU publishing, 2018. Vol. 3. 825-830 p. Russian (Кошелев В.С., Гилев М.В. Изучение влияния основных остеопластических материалов на денситометрические параметры костной ткани // Материалы III Международной научно-практической конференции молодых учёных и студентов [Электронный ресурс], Екатеринбург, 3-5 апреля 2018 г. Екатеринбург: Изд-во УГМУ, 2018. Т.3. С. 825-830.) URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=39210215&pff=1>
59. Eliaz N, Ritman-Hertz O, Aronov D, Weinberg E, Shenhar Y, Rosenman G, et al. The effect of surface treatments on the adhesion of electrochemically deposited hydroxyapatite coating to titanium and on its interaction with cells and bacteria. *J Mater Sci Mater Med*. 2011; 22: 1741-1752. doi: 10.1007/s10856-011-4355-y
60. Metoki N, Mandler D, Eliaz N. The effect of decorating titanium with different self-assembled monolayers on the electrodeposition of calcium phosphate. *Cryst Gr Des*. 2016; 16: 2756-2764. doi: 10.1021/acs.cgd.6b00057
61. Tantavisut S, Lohwongwatana B, Khamkongkao A, Tanavalee A, Tangpornprasert P, Ittiravivong P. The novel toxic free titanium-based amorphous alloy for biomedical application. *J Mater Res Technol*. 2017; doi: 10.1016/j.jmrt.2017.08.007
62. Ilea A, Vrabie OG, Băbțan AM, Miclăuș V, Ruxanda F, Sárközi M, et al. Osseointegration of titanium scaffolds manufactured by selective laser melting in rabbit femur defect model. *J Mater Sci Mater Med*. 2019; 30(2): 26. <https://doi.org/10.1007/s10856-019-6227-9>
63. Zhao H, Shen S, Zhao L, Xu Y, Li Y, Zhuo N. 3D printing of dual-cell delivery titanium alloy scaffolds for improving osseointegration through enhancing angiogenesis and osteogenesis. *BMC Musculoskelet Disord*. 2021; 22(1): 734. doi: 10.1186/s12891-021-04617-7
64. Jónsson BY, Mjöberg B. Porous titanium granules are better than autograft bone as a bone void filler in lateral tibial plateau fractures: a randomised trial. *Bone Joint J*. 2015; 97-B(6): 836-841. doi: 10.1302/0301-620X.97B6.34552

Сведения об авторах:

Бугаев Г.А., клинический ординатор кафедры травматологии и ортопедии и ВПХ, ФГБОУ ВО УГМУ Минздрава России, г. Екатеринбург, Россия.

Антониади Ю.В., д.м.н, доцент кафедры травматологии и ортопедии и ВПХ, ФГБОУ ВО УГМУ Минздрава России, г. Екатеринбург, Россия.

Помогаева Е.В., к.м.н, ассистент кафедры травматологии и ортопедии и ВПХ, ФГБОУ ВО УГМУ Минздрава России, г. Екатеринбург, Россия.

Шорикова А.И., студент, ФГБОУ ВО УГМУ Минздрава России, г. Екатеринбург, Россия.

Адрес для переписки:

Бугаев Глеб Александрович, ул. Соболева, д. 25, г. Екатеринбург, Россия, 620036

E-mail: glebbugaev97@gmail.com

Тел: +7 (982) 666-87-82

Статья поступила в редакцию: 09.02.2023

Рецензирование пройдено: 17.03.2023

Подписано в печать: 01.06.2023

Information about authors:

Bugaev G.A., clinical resident of department of traumatology, orthopedics and military field surgery, Ural State Medical University, Yekaterinburg, Russia.

Antoniadi Yu.V., MD, PhD, associate professor of department of traumatology, orthopedics and military field surgery, Ural State Medical University, Yekaterinburg, Russia.

Pomogaeva E.V., candidate of medical sciences, assistant of department of traumatology, orthopedics and military field surgery, Ural State Medical University, Yekaterinburg, Russia.

Shorikova A.I., student of 5th course of medical faculty, Ural State Medical University, Yekaterinburg, Russia.

Address for correspondence:

Bugaev Gleb Aleksandrovich, Soboleva St., 25, Yekaterinburg, Russia, 620036

E-mail: glebbugaev97@gmail.com

Тел: +7 (982) 666 87 82

Received: 09.02.2023

Review completed: 17.03.2023

Passed for printing: 01.06.2023



АЛЕКСАНДР ХАЧАТУРОВИЧ АГАЛЯН

24 июня отметил 50-летний юбилей Александр Хачатурович Агаларян, главный врач ГБУЗ «Кузбасский клинический центр охраны здоровья шахтеров имени святой великомученицы Варвары», доктор медицинских наук, член-корреспондент РАЕН, отличник здравоохранения, заместитель главного редактора журнала «Политравма/Polytrauma»

Александр Хачатурович родился 24 июня 1973 года в г. Боржоми Грузинской республики. В 1997 году окончил Кемеровскую государственную медицинскую академию по специальности «Лечебное дело», в 1998 году — интернатуру по специальности «Хирургия».

С 1997 года начал свою трудовую деятельность в Кузбасском клиническом центре охраны здоровья шахтеров имени святой великомученицы Варвары: в 1997-2004 годах работал врачом-хирургом хирургического отделения, в 2005 году назначен заведующим хирургическим отделением, в 2017 — заместителем главного врача по медицинской части. С 2023 года Александр Хачатурович возглавил Кузбасский клинический центр охраны здоровья шахтеров.

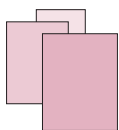
Александр Хачатурович — врач-хирург высшей категории, на его счету более 9 000 операций. На протяжении всего профессионального пути он успешно совмещает хирургическую и научную деятельность. В 2004 году защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата медицинских наук на тему «Видеоторакоскопия в лечении торакальных повреждений при политравме» по специальности «Хирургия» в дис-

сертационном совете на базе Кемеровской государственной медицинской академии, в 2020 году — диссертацию на соискание ученой степени доктора медицинских наук на тему «Оптимизация подходов к лечению пострадавших с повреждениями органов грудной клетки и брюшной полости при политравме» по специальности «Хирургия» в диссертационном совете на базе Новосибирского государственного медицинского университета.

Александр Хачатурович — постоянный участник многих российских и зарубежных симпозиумов. Имеет более 80 научных печатных работ в региональных и центральных журналах, 2 патента РФ на изобретения и соавтор 4 монографий, заместитель главного редактора научно-практического рецензируемого журнала «Политравма/Polytrauma», член-корреспондент Российской академии естественных наук.

Александр Хачатурович награжден нагрудными знаками «Трудовая слава» III степени, «Отличник здравоохранения», медалями «За служение Кузбассу», «60 лет Дню шахтера», «С.С. Лаврентьева», «За особый вклад в развитие г. Ленинска-Кузнецкого» III степени.

Редакция журнала сердечно поздравляет Александра Хачатуровича с прекрасным юбилеем и желает ему здоровья и благополучия, новых успехов и свершений, долгих лет плодотворной деятельности!



Соотношение С-реактивного белка/альбумина как прогностический показатель посттравматического шока и исхода у больных с множественной травмой

Источник: Lu X, Liu WC, Qin Y, Chen D, Yang P, Chen XH et al. C-reactive protein/albumin ratio as a prognostic indicator in posttraumatic shock and outcome of multiple trauma patients. *Curr Med Sci.* 2023; 43(2): 360-366. doi: 10.1007/s11596-023-2714-9

Актуальность. Соотношение «С-реактивный белок (СРБ)/альбумин (А)» — это новый воспалительный показатель для прогнозирования исхода различных заболеваний. Соотношение СРБ/А, оцененное на момент госпитализации, может помочь в прогнозировании исходов у больных с множественной травмой.

Методы. В настоящее ретроспективное исследование было включено в общей сложности 264 взрослых пациента с тяжелой множественной травмой. Параллельно собраны соответствующие клинические и лабораторные данные. Показатели СРБ/А, СРБ, альбумина и шкалы ISS включены в прогностическую модель. Построена ROC-кривая. Далее был проанализирован индекс шока у пациентов с различными показателями соотношения СРБ/А. К конечному счету однофакторный и многомерный логистический регрессионный анализ был проведен для выявления независимых факторов риска 28-дневной смертности пациентов с множественными травмами.

Результаты. Неблагоприятные исходы были зафиксированы у 36 пациентов. Смертность достигла 13,6 %. Кроме того, после анализа индекса шока у больных с различными уровнями соотношения СРБ/А было обнаружено, что индекс шока был значительно выше при значении $\text{СРБ} \geq 4$ по сравнению с показателями $\text{СРБ} < 2$ и $2 \leq \text{СРБ/А} < 4$. Многофакторный логистический анализ позволил выявить независимую связь между переменными СРБ ($p = 0,029$, индексом шока ($p = 0,019$) и 28-дневной смертностью у пострадавших с множественной травмой.

Выводы. У больных с множественной травмой увеличивается соотношение СРБ/А. Кроме того, СРБ выступает как фактор риска независимого прогнозирования смертности за 28 дней у больных с множественной травмой. Индекс шока значительно повышается при соотношении $\text{СРБ/А} \geq$.

Эффекты терапии улинастатином при неотложной тяжелой множественной травме: одноцентровое рандомизированное контролируемое исследование

Источник: Xu H, Jiao W, Zhang Y, Deng X, Dai R, Chen L. Effects of ulinastatin therapy in emergency severe multiple trauma: A single-center randomized controlled trial. *Medicine (Baltimore).* 2023 Feb 17; 102(7): e32905. doi: 10.1097/MD.00000000000032905

Актуальность. Тяжелые множественные травмы являются одним из наиболее распространенных заболеваний и несут значительную финансовую нагрузку с высокой инвалидностью и смертностью. В клиническом лечении тяжелых множественных травм отсутствуют эффективные лекарственные препараты, отсутствует доказательная медицина в отношении лечения тяжелых множественных травм.

Методы. В настоящем исследовании оценено влияние улинастатина на исходы тяжелых множественных травм. Исследование включало пациентов с множественными травмами, госпитализированных в отделение интенсивной терапии. Пациенты в случайном порядке получали улинастатин (400 000 МЕ) или плацебо. Первичными показателями исхода были 30-дневная смертность, синдром полиорганной дисфункции, воспалительная реакция, функция свертывания крови, инфекция, функция печени, функция почек и побочные эффекты, связанные с лекарственными препаратами.

Результаты. 239 пациентов были распределены в 2 группы: группа плацебо ($n = 120$) и группа улинастатина ($n = 119$). Статистически значимых различий в исходных клинических данных между двумя группами не было. 30-дневная смертность и синдром полиорганной дисфункции в группе улинастатина значительно улучшились по сравнению с таковыми в группе плацебо. Улинастатин может защитить от гипертравмы и улучшить коагуляционную дисфункцию, инфекцию, функцию печени и почек. У пациентов в группе улинастатина значительно снизились расходы на госпитализацию по сравнению с группой плацебо.

Выводы. Результаты настоящего исследования показали, что улинастатин может улучшать клинические исходы у пациентов с тяжелыми множественными травмами и при этом вызывает меньше побочных реакций.

Зависимая от возраста генерация тромбина предсказывает 30-дневную смертность и симптоматическую тромбоэмболию после множественной травмы

Источник: Lesbo M, Hviid CVB, Brink O, Juul S, Borris LC, Hvas AM. Age-dependent thrombin generation predicts 30-day mortality and symptomatic thromboembolism after multiple trauma. *Sci Rep.* 2023; 13(1): 1681. doi: 10.1038/s41598-023-28474-7

Посттравматическая коагулопатия (ПТК) является фактором риска смерти и связана с отклонениями в образовании тромбина. Распространенность ПТК и уровень тромбина увеличиваются с возрастом.

В исследовании рассматривается образование тромбина *in vivo* и *ex vivo* у пациентов с травмами ($n = 418$), а также влияние возраста на образование тромбина при травме. Также оценивается прогностическая способность образования тромбина. Биомаркеры образования тромбина были повышены у молодых (< 40 лет) и пожилых (≥ 40 лет) пациентов с травмой. Генерация тромбина *in vivo* была связана с показателем тяжести травмы (ISS), и эта связь была сильнее у молодых, чем у пожилых пациентов. В разных возрастных группах генерация тромбина *in vivo* разделяла пациентов, умерших или выживших в течение 30 дней, на уровне, сравнимом с оценкой по шкале ISS (AUC 0,80 против 0,82, $p > 0,76$). Генерация тромбина *in vivo* и *ex vivo* также предсказывала развитие тромбоэмболических осложнений в течение первых 30 дней после травмы (AUC 0,70-0,84).

У молодых пациентов с травмой наблюдается более сильный и динамичный тромбоиновый ответ *in vivo*, чем у пожилых. Во всех возрастных группах образование тромбина *in vivo* обладает высокой способностью прогнозировать смерть и/или тромбоэмболические осложнения через 30 дней после травмы.

Непрерывная блокада периферических нервов для обезболивания у больных на ИВЛ в критическом состоянии с множественной травмой: проспективное рандомизированное исследование

Источник: Ramin S, Bringuier S, Martinez O, Sadek M, Manzanera J, Deras P, et al. Continuous peripheral nerve blocks for analgesia of ventilated critically ill patients with multiple trauma: a prospective randomized study. *Anaesth Crit Care Pain Med.* 2023; 42(2): 101183. doi: 10.1016/j.accpm.2022.101183

Актуальность. Для седации пациентов с тяжелыми травмами, находящихся на ИВЛ, требуются высокие дозы опиоидов и снотворных. В исследовании сравнивается потребление опиоидов и снотворных, а также исходы пациентов при использовании седации с непрерывной регионарной анальгезией (НРА) или без нее.

Методы. Исследование включает больных с множественными травмами на ИВЛ. Пациенты были рандомизированы для получения внутривенной анальгезии (контрольная группа) или прохождения НРА в течение 24 часов после поступления. Проанализирована группа больных с черепно-мозговой травмой (ЧМТ). Первичной конечной точкой было кумулятивное потребление суфентанила через 2 дня после поступления. Вторичными конечными точками были кумулятивное и суточное потребление суфентанила и мидазолама, продолжительность искусственной вентиляции легких, пребывание в отделении интенсивной терапии (ОИТ) и безопасность НРА.

Результаты. Было проанализировано 76 пациентов: 40 (67,5 % мужчин) в контрольной группе и 36 (72 % мужчин) в группе НРА соответственно. Медиана [МКР] оценки тяжести травмы составила 30,5 [23,5-38,5] и 26,0 [22,0-41,0]. Потребление суфентанила через 48 часов составило 725 [465-960] мкг/48 часов по сравнению с 670 [510-940] мкг/48 часов ($p = 0,16$). Ежедневное потребление не различалось между группами, за исключением первого дня, когда потребление суфентанила составляло 360 [270-480] мкг против 480 [352-535] мкг ($p = 0,03$). Потребление мидазолама не отличалось между группами. Различий между группами по вторичным конечным точкам отмечено не было.

Выводы. НРА не приводит к значительному снижению потребления суфентанила и мидазолама в течение первых 5 дней после поступления в ОИТ у пациентов с множественными травмами, проходящих ИВЛ. Использование блокады периферических нервов у пациентов с травмами, находящихся под сильной седацией и вентиляцией легких в отделении интенсивной терапии, кажется безопасным.

Риски при лечении пациентов с политравмой: клинические данные

Источник: Iyengar KP, Venkatesan AS, Jain VK, Shashidhara MK, Elbana H, et al. Risks in the management of polytrauma patients: clinical insights. *Orthop Res Rev.* 2023; 15: 27-38. doi: 10.2147/ORR.S340532

Политравма, состояние пациента с множественными повреждениями, вовлекающими несколько органов или систем, является ведущей причиной смертности среди молодых людей. Травматические повреждения представляют серьезную проблему для общественного здравоохранения из-за сопутствующих осложнений, высокой инвалидности, смертности и социально-экономических последствий.

Лечение пациентов с политравмой эволюционировало за последние несколько десятилетий благодаря развитию травматологии, улучшенной догоспитальной оценке, транспортировке и стационарной помощи, поддерживаемой дополнительными исследованиями. Определение закономерностей смертности при травмах привело к значительным изменениям в подходе к лечению данных пациентов. Структурированный подход с применением алгоритмов ATLS (интенсивная терапия при травме на догоспитальном этапе) и оптимизация лечения с опорой на клинические и физиологические параметры привели к появлению принципов раннего соответствующего лечения (early appropriate care (EAC)), что позволило улучшить исходы у таких пациентов. Прохождение пострадавшего с политравмой через все этапы догоспитальной помощи, экстренной реанимации, стационарной стабилизации и реабилитации может быть сопряжено с риском на любом из этих этапов.

В исследовании рассматриваются различные риски, которые можно ожидать при лечении пациентов с политравмой на разных стадиях. Приводится клиническая информация о раннем распознавании и эффективном лечении для улучшения клинических результатов.

Прогнозирование трахеостомии у пациентов с множественными травмами и тяжелой травмой грудной клетки (AIS ≥ 3) с помощью новой шкалы $T <_{sub} > 3 < /_{sub} > P$ -Score: многопараметрический регрессионный прогнозный анализ

Источник: *Blösius FM, Wutzler S, Stürmann P, Lustenberger T, Frink M, Maegele M, et al. Predicting tracheostomy in multiple injured patients with severe thoracic injury (AIS ≥ 3) with the new $T <_{sub} > 3 < /_{sub} > P$ -Score: a multivariable regression prediction analysis. Sci Rep. 2023; 13(1): 3260. doi: 10.1038/s41598-023-30461-x*

Пациенты с множественными травмами и тяжелой травмой грудной клетки подвержены повышенному риску трахеостомии. В то время как факторы риска, связанные с необходимостью трахеостомии, хорошо известны в общей популяции интенсивной терапии, они еще не были подтверждены в когорте пациентов, перенесших тяжелую торакальную травму.

В этом ретроспективном когортном исследовании проанализированы данные о пациентах в возрасте 18 лет и старше, которые были госпитализированы в один из шести участвующих травматологических центров академического 1-го уровня с множественными травмами, включая тяжелую травму грудной клетки (AIS Thorax ≥ 3) в период с 2010 по 2014 год. Многопараметрическая бинарная регрессия использовалась для определения предикторов трахеостомии и для разработки шкалы прогнозирования трахеостомии при травме грудной клетки (T3P-Score).

В исследование были включены 1019 взрослых пациентов с травмой грудной клетки, из которых 165 подверглись трахеостомии во время пребывания в отделении интенсивной терапии (ОИТ). Догоспитальная эндотрахеальная интубация (скорректированное ОШ: 2,494, 95% ДИ [1,412; 4,405]), диагностика пневмонии во время пребывания в отделении интенсивной терапии (скорректированное ОШ: 4,374, 95% ДИ [2,503; 7,642]), продолжительность искусственной вентиляции легких (скорректированное ОШ: 1,008/час интубации, 95% ДИ [1,006; 1,009]) и показатель AIS Head ≥ 3 (скорректированное ОШ: 1,840, 95% ДИ [1,039; 3,261]) были независимыми факторами риска трахеостомии. У пациентов с сепсисом риск трахеостомии был ниже, чем у пациентов без сепсиса (скорректированное ОШ: 0,486, 95% ДИ [0,253; 0,935]). Показатель T3P-Score имел высокую прогностическую достоверность для трахеостомии (ROC-кривая = 0,938, 95% ДИ [0,920, 0,956]; Nagelkerke's $R^2 = 0,601$). Специфичность T3P-Score составила 0,68, чувствительность — 0,96. Тяжесть травмы грудной клетки не является предиктором необходимости трахеостомии.

В последующих исследованиях необходимо рассмотреть шкалу T3P-Score в наборах внешних данных и изучить причины неохотного использования трахеостомии у пациентов с тяжелой травмой грудной клетки и последующим сепсисом.

Частота полиорганной недостаточности у взрослых пациентов с политравмой: систематический обзор и метаанализ

Источник: *Ting RS, Lewis DP, Yang KX, Nguyen TA, Sarrami P, Daniel L, et al. Incidence of multiple organ failure in adult polytrauma patients: A systematic review and meta-analysis. J Trauma Acute Care Surg. 2023; 94(5): 725-734. doi: 10.1097/TA.0000000000003923*

Актуальность. Посттравматическая полиорганная недостаточность (ПОН) является ведущей причиной поздней смерти у пациентов с травмами. Хотя ПОН была впервые описана 50 лет назад, ее определение, эпидемиология и изменение ее распространенности с течением времени плохо изучены. Целью исследования было описать распространенность ПОН в контексте различных ее определений, изучить критерии включения и ее изменение с течением времени.

Методы. В базах данных Cochrane Library, EMBASE, MEDLINE, PubMed и Web of Science был проведен поиск статей, опубликованных в период с 1977 по 2022 год на английском и немецком языках. При необходимости проводился метаанализ случайных эффектов.

Результаты. Поиск дал 11 440 результатов, из которых были рассмотрены 842 полнотекстовые статьи. О случаях полиорганной недостаточности сообщалось в 284 исследованиях, в которых использовались 11 уникальных критериев включения и 40 определений ПОН. Были включены 106 исследований, опубликованных с 1992 по 2022 год. Взвешенная распространенность ПОН по годам публикации колебалась от 11 до 56 % без значительного снижения с течением времени. Полиорганная недостаточность определялась с использованием четырех систем оценки (Denver, Goris, Marshall, SOFA) и 10 различных пороговых значений. Всего было включено 351 942 пациента с травмой, из которых у 82 971 (24 %) развилась ПОН. Взвешенная частота ПОН по данным метаанализа 30 подходящих исследований была следующей: 14,7 % (95% доверительный интервал [ДИ], 12,1-17,2 %) по шкале Денвера > 3 баллов, 12,7 % (95% ДИ, 9,3-16,1 %) по шкале Денвере > 3 баллов только при тупых травмах, 28,6 % (95% ДИ, 12-45,1 %) по шкале Денвера > 8, 25,6 % (95% ДИ, 10,4-40,7 %) по шкале Гориса > 4, 29,9 % (95% ДИ, 14,9-45 %) по шкале Маршалла > 5, 20,3 % (95% ДИ, 9,4-31,2 %) по шкале Маршалла > 5 только при тупых травмах, 38,6 % (95% ДИ, 33-44,3 %) по шкале SOFA > 3, 55,1 % (95% ДИ, 49,7-60,5 %) по шкале SOFA > 3 только при тупых травмах и 34,8 % (95% ДИ, 28,7-40,8 %) по шкале SOFA > 5.

Выводы. Распространенность посттравматической полиорганной недостаточности широко варьируется из-за отсутствия консенсусного определения и исследуемой популяции. Пока не будет достигнут международный консенсус, дальнейшие исследования будут затруднены.

Пациенты с тяжелой политравмой: протоколы лечения и визуализации

Источник: Martinez Chamorro E, Ibáñez Sanz L, Blanco Barrio A, Chico Fernández M, Borrueal Nacenta S. *Patients with severe polytrauma: management and imaging protocols. Radiologia (Engl Ed). 2023; 65 Suppl 1: S11-S20. doi: 10.1016/j.rxeng.2022.09.008*

Травматические повреждения могут быть тяжелыми и комплексными, что требует скоординированных действий междисциплинарной бригады.

Визуальные тесты играют фундаментальную роль в быстрой и точной диагностике.

В частности, ключевым инструментом стала компьютерная томография (КТ) всего тела. Существуют разные протоколы КТ в зависимости от состояния пациента. В то время как протоколы с оптимизированной дозировкой могут использоваться у стабильных пациентов, протоколы времени/точности, в которых приоритет отдается скорости за счет более высоких доз облучения, следует использовать у более тяжелых пациентов. У нестабильных пациентов, которые не могут быть обследованы с помощью КТ, рентгенография органов грудной клетки и таза и ультразвуковые исследования FAST или e-FAST (хотя и менее чувствительны, чем КТ) позволяют выявить ситуации, требующие немедленного лечения. В этой статье рассматриваются методы визуализации и протоколы КТ для первоначального обследования пациентов с множественной травмой.

Структурированный отчет о компьютерной томографии в оценке пациента с политравмой: консенсусное предложение Delphi

Источник: Granata V, Fusco R, Cozzi D, Danti G, Faggioni L, Buccicardi D, et al. *Structured reporting of computed tomography in the polytrauma patient assessment: a Delphi consensus proposal. Radiol Med. 2023; 128(2): 222-233. doi: 10.1007/s11547-023-01596-8*

Цель — разработать шаблон структурированного отчета для КТ-исследований всего тела у пациентов с политравмой на основе консенсуса группы экспертов по неотложной радиологии из Итальянского общества медицинской и интервенционной радиологии.

Методы. Многоэтапный метод Дельфи использовался для количественной оценки согласия между экспертами по всем разделам структурированного отчета. Внутренняя согласованность каждого раздела и качественный анализ с позиции средней межэлементной корреляции оценивались с помощью коэффициента корреляции альфа Кронбаха (α).

Результаты. Окончательная форма структурированного отчета включала 118 пунктов (6 в разделе «Клинические данные пациента», 4 в разделе «Клиническая оценка», 9 в разделе «Протокол визуализации» и 99 в разделе «Отчет»). Общий средний балл экспертов и сумма баллов составили 4,77 (диапазон 1-5) и 257,56 (диапазон 206-270) в первом раунде Дельфи и 4,96 (диапазон 4-5) и 208,44 (диапазон 200-210) во втором раунде соответственно. Во втором раунде Дельфи общий средний балл экспертов был выше, чем в первом раунде, а стандартное отклонение было ниже (3,11 во втором раунде против 19,71 в первом раунде), что отражает

более высокое согласие экспертов во втором раунде. При этом S_a был выше во втором раунде, чем в первом (0,97 против 0,87).

Выводы. Данный шаблон структурированного отчета для КТ-исследований всего тела у пациентов с поли-травмой основан на твердом согласии между экспертами в области неотложной радиологии и может улучшить взаимодействие между рентгенологами и травматологами.

Иммунная дисфункция после тяжелой травмы: отказ систем от центральной нервной системы до митохондрий

Источник: Dobson GP, Morris JL, Letson HL. Immune dysfunction following severe trauma: a systems failure from the central nervous system to mitochondria. *Front Med (Lausanne)*. 2022; 9: 968453. doi: 10.3389/fmed.2022.968453

Когда травматическое повреждение воздействует на внутренние резервы организма, быстро активируются врожденная иммунная и воспалительная системы.

Ранняя смерть после госпитализации в основном связана с повреждением центральной нервной системы (ЦНС), кровоизлиянием и циркуляторным коллапсом (30 %), а более поздняя смерть — с гипервоспалением, иммуносупрессией, инфекцией, сепсисом, острой дыхательной и полиорганной недостаточностью (20 %). Молекулярные факторы вторичного повреждения включают молекулярные паттерны, ассоциированные с повреждением (damage associated molecular patterns, DAMP), молекулярные паттерны, ассоциированные с патогенами (pathogen associated molecular patterns, PAMP), и другие иммуномодулирующие агенты, которые активируют гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковую (ГГН) ось и симпатическую реакцию на стресс. Несмотря на то, что ряд препаратов, нацеленных на специфические противовоспалительные и иммунные пути, показали многообещающие результаты в исследованиях животных, большинство из них не используется для человека.

Причины неудач включают в себя трудности с воспроизведением гетерогенности людей, плохо спланированные испытания, ненадлежащее использование беспатогенных животных, игнорирование специфических половых различий и ошибочную практику одноузловое нацеливания. Взаимосвязанность систем является одним из основных упускаемых из виду факторов.

Авторы утверждают, что ранняя защита ЦНС после травмы и контроль сердечно-сосудистой функции способствуют сохранению эндотелиального гликаликса, поддерживают достаточную доставку кислорода, устраняют воспаление и минимизируют иммунную дисфункцию.

Разработка модели номограммы для прогнозирования госпитальной выживаемости пациентов с множественной травмой

Источник: Ling L, Zhang W, Peng Q, Tong J. Development of a nomogram model to predict in-hospital survival in patients with multiple trauma. *Comput Math Methods Med*. 2022; 2022: 7107063. doi: 10.1155/2022/7107063

Цель — создать модель номограммы, способную оценить вероятность выживаемости в больнице у пациентов с множественной травмой.

Методы. Данное ретроспективное исследование включало 286 пациентов с множественными травмами с 21 переменной с 2017 по 2021 год во Второй дочерней больнице Медицинской школы Хэнъян Южно-Китайского университета. Проведен одномерный и многомерный логистический регрессионный анализ для изучения факторов риска множественной травмы. Далее была разработана новая модель номограммы. Номограмма была оценена по калибровочному графику. На основе многофакторного анализа или модели прогнозирования номограмм оценен риск для каждого пациента с множественной травмой. Кроме того, авторы сравнили вероятность выживания между группами с высоким и низким риском. Дискриминация риска оценена с помощью С-индекса и ROC-кривой.

Результаты. Многофакторный регрессионный анализ показал, что возраст и баллы по шкале ISS являются независимыми факторами риска, в то время как балл по шкале комы Глазго оказывает защитное влияние на выживаемость в стационаре. Высокий С-индекс и ROC-кривая подтвердили достаточную дискриминацию для многомерного анализа и модели прогнозирования номограммы. Калибровочная кривая показала разумную точность номограммы, предсказывающей 30-дневную и 60-дневную вероятность выживания.

Выводы. Разработанная модель номограммы обладает хорошей прогностической эффективностью в отношении госпитальной выживаемости пациентов с множественными травмами.

Клиническое влияние тромбоцитов на концентрацию креатинина в сыворотке у пациентов с множественной травмой: ретроспективное когортное исследование

Источник: Greve F, Aulbach I, Mair O, Biberthaler P, Hanschen M. *The clinical impact of platelets on post-injury serum creatinine concentration in multiple trauma patients: a retrospective cohort study. Medicina (Kaunas).* 2022; 58(7): 901. doi: 10.3390/medicina58070901

Актуальность. Тромбоциты влияют на иммунологический ответ после множественной травмы. Для оценки клинического воздействия проведен анализ связи между тромбоцитами и концентрацией креатинина как показателя функции почек у пациентов с политравмой.

Методы. Исследование включало всех пациентов с показателем шкалы ISS ≥ 16 баллов в течение 2-летнего периода. Анализировали количество тромбоцитов и концентрацию креатинина. Корреляционный анализ проводили в течение 10 дней после множественной травмы.

Результаты. В исследование было включено 83 пациента со средним значением ISS 22 балла. Количество тромбоцитов снижалось на 3-й день ($p \leq 0,001$) и увеличивалось на 10-й день ($p \leq 0,001$). Количество тромбоцитов повышалось на 10-й день у более молодых пациентов и снижалось у пациентов с тяжелыми травмами (ISS ≥ 35) в 1-й день ($p = 0,012$) и на 3-й день ($p = 0,011$). У женщин концентрация креатинина снижалась в 1-й день ($p = 0,003$) и на 10-й день ($p \leq 0,001$). Возраст ($p = 0,01$), мужской пол ($p = 0,004$) и тяжесть травмы ($p = 0,014$) были идентифицированы как факторы повышения концентрации креатинина в 1-й день, тогда как тромбоциты ($p = 0,046$) были связаны со снижением концентрации креатинина на 5-й день после множественной травмы.

Выводы. Кинетика количества тромбоцитов и концентрации креатинина зависит от возраста, пола и тяжести травмы. Не было четкой корреляции между количеством тромбоцитов и концентрацией креатинина. Однако тромбоциты, по-видимому, оказывают модулирующее действие на концентрацию креатинина в уязвимой фазе после травмы.



БИБЛИОГРАФИЯ ПО ПРОБЛЕМАМ ПОЛИТРАВМЫ

Публикации

Амоев С.А., Баринев Е.Х., Баринев А.Е. Ненадлежащий объем обследования при диагностике сочетанной травмы плечевой кости и ключицы // Декабрьские чтения по судебной медицине в РУДН: актуальные вопросы судебной медицины и медицинской криминалистики: материалы VI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Москва, 23 декабря 2022 года. Москва: Российский университет дружбы народов (РУДН), 2023. С. 9-12.

Бабич И.И., Пшеничный А.А., Аванесов М.С., Мельников Ю.Н., Мельникова С.Р., Фокин Е.В. и др. Наш опыт лечения детей с сочетанной нейроабдоминальной травмой //Российский педиатрический журнал. 2023. Т. 26, № S3. С. 15-16.

Банщиков П.А., Егоров В.В., Смолякова Г.П. Результаты реконструктивно-восстановительной хирургии после тяжелой сочетанной травмы глаза, век и глазницы //Российская детская офтальмология. 2023. № 1. С. 27-32.

Бардаков Р.А., Ромащенко П.Н., Сазонов А.А. Структура современной боевой травмы живота и её влияние на особенности оказания специализированной медицинской помощи //Итоговая конференция военно-научного общества курсантов, студентов и слушателей Военно-медицинской академии имени С.М. Кирова: материалы итоговой конференции, Санкт-Петербург, 19 апреля 2023 года. Санкт-Петербург: Военно-медицинская академия имени С.М.Кирова, 2023. С. 52-58.

Богомолов Н.И. Становление тактики этапной хирургической коррекции (damage control) при тяжёлой висцеральной патологии и политравме в Забайкальском крае //Забайкальский медицинский журнал. 2011. № 3. С. 26-28.

Борозда И.В., Борозда М.И. Внешняя фиксация в лечении сочетанных и множественных травм таза у детей //Политравма. Острые вопросы лечения повреждений опорно-двигательного аппарата: вчера, сегодня и завтра: сборник материалов конференции, посвященной 70-летию организации Амурской государственной медицинской академии (БГМИ), Благовещенск, 18-19 октября 2022 года /под общей редакцией И.В. Борозды. Благовещенск: Амурская государственная медицинская академия, 2022. С. 18-22.

Булава Г.В. Патогенетические механизмы органной дисфункции при тяжелой сочетанной травме //Неотложная медицинская помощь. Журнал им. Н.В. Склифосовского. 2023. Т. 12, № 1. С. 92-98.

Булович Р.Н., Галеев М.С. Анализ нейрохирургических аспектов в рамках командного подхода оказания специализированной помощи детям с тяжелой сочетанной травмой на раннем этапе //Неделя молодежной науки – 2023: материалы Всероссийского научного форума с международным участием, посвященного 60-летию со дня образования Тюменского государственного медицинского университета, Тюмень, 23-25 марта 2023 года. Тюмень: РИЦ «Айвекс», 2023. С. 252.

Гавришук Я.В., Мануковский В.А., Тулупов А.Н., Демко А.Е., Колчанов Е.А., Савелло В.Е. и др. Диагностика и лечение повреждений печени при закрытой травме живота с использованием малоинвазивных технологий //Вестник хирургии им. И.И. Грекова. 2022. Т. 181, № 3. С. 28-36.

Головко К.П., Носов А.М., Жирнова Н.А., Демченко К.Н., Комягин С.Е. Проблема устранения открытого и напряженного пневмоторакса на догоспитальном этапе скорой медицинской помощи и перспективы ее решения //Скорая медицинская помощь. 2023. Т. 24, № 1. С. 19-29.

Головня А.А., Короткова А.В., Каранинский Е.В., Каранинский Е.В., Ошибаев Р.А., Бикиева Д.Р. Клинический случай оказания медицинской помощи при тяжелой сочетанной травме //Кишечные анастомозы у детей. Актуальные вопросы хирургии, анестезиологии и реаниматологии детского возраста: сборник материалов Российского образовательного симпозиума детских хирургов и 29-й Всероссийской (62-й «Всесоюзной») научной студенческой конференции, посвящённых 80-летию Победы в Сталинградской битве и 50-летию организации кафедры детской хирургии Волгоградского государственного медицинского университета, Волгоград, 26-29 апреля 2023 года. Волгоград: Волгоградский государственный медицинский университет, 2023. С. 141.

Егорова Е.А., Магомедова З.М. Особенности обследования пострадавших с повреждениями почек и мочеточников //Медицинский вестник ГВКГ им. Н.Н. Бурденко. 2023. № 1(11). С. 32-38.

Емельянова А.М. Сложный клинический случай тяжелого травматического повреждения конечности у молодой пациентки с положительной динамикой // Пермский медицинский журнал. 2023. Т. 40, № 2. С. 118-122.

Жукова Т.А., Доровских Д.Н. Осложнения тяжелых переломов костей таза в раннем и отдаленном периоде сочетанной травмы //Конгресс российского общества рентгенологов и радиологов: сборник тезисов, Москва, 08-10 ноября 2022 года. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургская общественная организация «Человек и его здоровье», 2022. С. 69-70.

Каибханова А.Р., Леонгардт Т.А. Повреждения глазодвигательных мышц в результате сочетанной боевой травмы //Итоговая конференция военно-научного общества курсантов, студентов и слушателей Военно-медицинской академии имени С.М. Кирова: материалы итоговой конференции, Санкт-Петербург, 19 апреля 2023 года. Санкт-Петербург: Военно-медицинская академия имени С.М.Кирова, 2023. С. 239-242.

Карасева О.В., Голиков Д.Е., Горелик А.Л., Тимофеева А.В., Янюшкина О.Г. Травма груди в структуре политравмы у детей //Российский педиатрический журнал. 2023. Т. 26, № S3. С. 35-36.

Кочкина К.В., Сидоренко А.В., Гапонов Д.П., Евдокимова Е.Ю. Травматический разрыв аорты III степени: сложности выбора стратегии для лечения молодого пациента (клиническое наблюдение) //Диагностическая и интервенционная радиология. 2023. Т. 17, № 1. С. 70-76.

Кукса Д.Н., Солод Э.И., Абдулхабилов М.А., Загородий Н.В. Особенности лечения пострадавших с политравмой при доминирующей сочетанной черепно-мозговой травме //IV конгресс ОРТОБИОЛОГИЯ 2023 «Patient cases - от теории к практике»: тезисы докладов, Москва, 21-22 апреля 2023 года /Редколлегия: М. А. Страхов и др. Воронеж: Издательско-полиграфический центр «Научная книга», 2023. С. 79-82.

Липищ А.Е., Птицын В.А., Баранов Д.А., Шестаков А.А., Нейно Н.Д. Комплексная диагностика и лечение сочетанной травмы у детей // Кишечные анастомозы у детей. Актуальные вопросы хирургии, анестезиологии и реаниматологии детского возраста: сборник материалов Российского образовательного симпозиума детских хирургов и 29-й Всероссийской (62-й «Всесоюзной») научной студенческой конференции, посвящённых 80-летию Победы в Сталинградской битве и 50-летию организации кафедры детской хирургии Волгоградского государственного медицинского университета, Волгоград, 26-29 апреля 2023 года. Волгоград: Волгоградский государственный медицинский университет, 2023. С. 214.

Лихолетов А.Н., Лобанов Г.В., Жилицын Е.В. Лечение сочетанного повреждения позвоночника и нижних конечностей у ребенка (клинический случай) // Университетская клиника. 2022. № 4(45). С. 75-79.

Лончинский П.А., Черпаков Р.А., Логинов М.А., Суряхин В.С., Саликов А.В. Раннее начало вено-венозной гемодиализации в рамках терапии тяжелой сочетанной травмы (клиническое наблюдение) // Медицинский алфавит. 2022. № 30. С. 41-46.

Макшанова Г.П., Будаев А.В., Разумов А.С., Олейник П.А., Олейник И.Р., Жалсрай А. и др. Особенности липидного обмена при политравме // Интеграция теории и практики в медицине: достижения и перспективы: материалы II Международной научно-практической конференции, Кемерово, 29-30 ноября 2022 года. Том Часть 1. Кемерово: КеМГМУ, 2022. С. 224-230.

Мамедов А.Н., Чикаев В.Ф. Сочетанные травмы груди: выявление органа, наиболее подверженного травматизму при повреждениях грудной клетки // Актуальные вопросы медицинской науки: сборник тезисов научных работ студентов и молодых ученых. 74-я Всероссийская научно-практическая конференция студентов и молодых ученых с международным участием, посвященная 75-летию победы в Великой Отечественной войне 1941-1945 гг., Ярославль, 07-25 декабря 2020 года. Ярославль: Общество с ограниченной ответственностью «Аверс Плюс», 2020. С. 148-149.

Махкамов М.К., Матякубов Х.Н., Урманов Н.Т. Роль эндовидеохирургии в диагностике и лечении торакоабдоминальных повреждений при сочетанных травмах у детей // Детская хирургия. 2023. Т. 27, № S1. – С. 120.

Милованова М.А. Тактика лечения пациентов с сочетанной травмой челюстно-лицевой области // Научный аспект. 2023. Т. 7, № 3. С. 857-860.

Одишелашвили Г.Д., Пахнов Д.В., Пахнова Т.В. Хирургическая тактика при тяжелом травматическом повреждении печени // Прикаспийский вестник медицины и фармации. 2023. Т. 4, № 1. С. 75-79.

Политравма. Острые вопросы лечения повреждений опорно-двигательного аппарата: вчера, сегодня и завтра: Сборник материалов конференции, посвященной 70-летию организации Амурской государственной медицинской академии (БГМИ), Благовещенск, 18-19 октября 2022 года / под общей редакцией И.В. Борозды. Благовещенск: Амурская государственная медицинская академия, 2022. 90 с.

Понамарев А.В., Степанов Ц.Б., Савельев Д.С., Мишеков Р.Г. Критерий оценки тяжести при политравме у детей // 86-я Всероссийская Байкальская научно-практическая конференция молодых учёных и студентов с международным участием «Актуальные вопросы современной медицины», посвященная 100-летию Иркутского государственного медицинского университета: электронное издание, Иркутск, 22-24 апреля 2019 года. Иркутск: Издательство «Иркутский государственный медицинский университет», 2019. С. 491-492.

Рзаев К.З., Сергеев К.С., Нигинский Д.М., Воробьев Д.П., Захарчук И.А., Шуляков О.С. Эпидемиологическая характеристика ПСМТ и на фоне политравмы по данным региональных центров травматологии и нейрохирургии // Актуальные вопросы травматологии и ортопедии: сборник материалов межрегиональной конференции с международным участием, Тюмень, 20 апреля 2023 года. Тюмень: Рекламно-издательский центр «Айвекс», 2023. С. 84-86.

Сабина Т.С., Багаев В.Г., Елецкая Е.В., Иванова Т.Ф. Токсико-резорбтивное состояние при сочетанной травме у детей (обзор литературы) // Детская хирургия. 2023. Т. 27, № 1. С. 24-29.

Смирнов И.Е., Митиш В.А., Карасева О.В., Кучеренко А.Г. Динамика содержания цитокинов и костных биомаркеров в крови при сочетанной костной травме у детей // Российский педиатрический журнал. 2023. Т. 26, № S3. С. 54-55.

Такмакова Е.Н., Балицкий С.Е., Кондратьев Э.Р. Особенности хирургической тактики при огнестрельных повреждениях органов брюшной полости // Тенденции развития науки и образования. 2022. № 92-13. С. 73-76.

Тухтаев Ж.Т., Мамаджонов К.Х., Абдулазизов О.Н., Ботиров Н.Т. Некоторые аспекты лечения при сочетанной травме груди и сегментов конечностей // Экономика и социум. 2023. № 2(105). С. 1132-1135.

Хаджиев З.Б., Гринь А.А. Диагностика, хирургическое и консервативное лечение нестабильных переломов крестца (обзор литературы) // Нейрохирургия. 2023. Т. 25, № 1. С. 103-112.

Цап Н.А., Сакович А.В., Огарков И.П. Детский травматизм: изолированная и сочетанная травма живота // Актуальные аспекты организации и качества медицинской помощи на догоспитальном этапе в условиях работы в системе ОМС: материалы научно-практической конференции, посвященной 90-летию станции скорой медицинской помощи имени В.Ф. Капиноса, Екатеринбург, 14-15 ноября 2013 года. Екатеринбург: ООО «Альфа Принт», 2013. С. 202-213.

Царева В.В., Карпов А.В., Шаповалов А.В., Стариков О.В., Шекунова Ю.Г., Неизвестных Е.А. и др. Организация оказания медицинской помощи детям с политравмой. Ситуация в регионах // Детская хирургия. 2023. Т. 27, № S1. С. 202.

Чепелянская М.В., Унжаков В.В., Долова А.С., Пак Л.Ф., Примак Д.А., Жукова А.П. Интенсивная терапия острого нарушения кровообращения вследствие жировой эмболии у пациента с множественной травмой // Здравоохранение Дальнего Востока. 2023. № 1(95). С. 16-19.

Чурилин О.А., Белинская А.С., Бровенко В.А. Лабораторная диагностика при политравме у детей (обзор литературы) // Вестник Луганского государственного педагогического университета. Серия 4. Биология. Медицина. Химия. 2022. № 4(91). С. 57-62.

Шелафов И.В., Завражнов А.А., Аргунов А.В. Хирургическая стратегия при переломах таза и нижних конечностей с использованием метода внеочагового остеосинтеза при политравме у детей в различные периоды травматической болезни // Детская хирургия. 2023. Т. 27, № S1. С. 216.

Bae CM, Son SA, Lee YJ, Lee SC. Clinical outcomes of minimally invasive surgical stabilization of rib fractures using video-assisted thoracoscopic surgery = Клинические результаты малоинвазивной хирургической стабилизации переломов ребер с помощью видеоторакоскопической хирургии. J Chest Surg. 2023; 56(2): 120-125. doi: 10.5090/jcs.22.119

Bardes JM, Price BS, Bailey H, Quinn A, Warriner ZD, Bernard AC, et al. Prehospital shock index predicts outcomes after prolonged transport: A multicenter rural study = Индекс догоспитального шока прогнозирует исходы после длительной транспортировки: многоцентровое исследование в сельской местности. J Trauma Acute Care Surg. 2023; 94(4):525-531. doi: 10.1097/TA.0000000000003868

- Bieler D, Schweigkofler U, Waydhas C, Wagner F, Spering C, Kühne CA. Trauma team activation-Who should be alerted for which patients? = Активация бригады травматологов. Кого следует оповещать о каких пациентах? *Unfallchirurgie (Heidelb)*. 2023; Mar 14. German. doi: 10.1007/s00113-023-01306-z
- Denchev K, Gomez J, Chen P, Rosenblatt K. Traumatic brain injury: intraoperative management and intensive care unit multimodality monitoring = Черепно-мозговая травма: интраоперационное управление и мультимодальный мониторинг в отделении интенсивной терапии. *Anesthesiol Clin*. 2023; 41(1): 39-78. doi: 10.1016/j.ancin.2022.11.003
- Ghosh R, Gopalkrishnan K. Associated injuries related to patients with facial fractures = Сопутствующие травмы у пациентов с переломами лицевых костей. *Craniomaxillofac Trauma Reconstr*. 2023; 16(1): 10-14. doi: 10.1177/19433875211069024
- Hetz M, Juratli T, Tiebel O, Giesecke MT, Tsitsilonis S, Held HC, et al. Acquired factor XIII deficiency in patients with multiple trauma = Приобретенный дефицит фактора XIII у пациентов с множественной травмой. *Injury*. 2023; 54(5): 1257-1264. doi: 10.1016/j.injury.2022.12.021
- Hsein YC, Wu IJ, Tan J, Huang SS, Lu KT, Su CH, et al. Serum levels of copeptin predict adverse outcomes and improve risk prediction of TRISS and MGAP scores in patients with multiple trauma: a single-center prospective cohort study = Уровни копептина в сыворотке крови предсказывают неблагоприятные исходы и улучшают прогнозирование риска по показателям TRISS и MGAP у пациентов с множественными травмами: одноцентровое проспективное когортное исследование. *J Trauma Acute Care Surg*. 2023; 94(2): 336-343. doi: 10.1097/TA.0000000000003793
- Kalbas Y, Klingebiel FK, Halvachizadeh S, Kumabe Y, Scherer J, Teuben M, et al. Developments in the understanding of staging a "major fracture" in polytrauma: results from an initiative by the polytrauma section of ESTES = Изменения в понимании стадий «обширного перелома» при политравме: результат инициативы отдела политравмы ESTES. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2023; Feb 23. doi: 10.1007/s00068-023-02245-5
- Krämer S, Graeff P, Lindner S, Walles T, Becker L. Occult and retained haemothorax - recommendations of the interdisciplinary thoracic trauma Task Group of the German Trauma Society (DGU - Section NIS) and the German Society for Thoracic Surgery (DGT) = Скрытый и застойный гемоторакс – Рекомендации Междисциплинарной рабочей группы по торакальной травме Немецкого травматологического общества (DGU – Секция NIS) и Немецкого общества торакальной хирургии (DGT). *Zentralbl Chir*. 2023; 148(1): 67-73. German. doi: 10.1055/a-1972-3352
- Lu V, Gowrishankar S, Arshad Z, Tahair A, Lenihan J, McDonald S, et al. The clinical characteristics and management of paediatric pelvic fractures: a changing landscape based on skeletal maturity = Клинические характеристики и лечение переломов таза у детей: изменение картины в зависимости от зрелости скелета. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2023; 49(1): 559-570. doi: 10.1007/s00068-022-02108-5
- Maigaard T, Trip MB. Acute urological trauma = Острая урологическая травма. *Ugeskr Laeger*. 2023; 185(14): V09220574. Danish. PMID: 37057693
- Moren AM, Biffl WL, Ball CG, de Moya M, Brasel KJ, Brown CVR, et al. Blunt pancreatic trauma: a Western Trauma Association critical decisions algorithm = Тупая травма поджелудочной железы: алгоритм принятия критических решений Западной ассоциации травмы. *J Trauma Acute Care Surg*. 2023; 94(3): 455-460. doi: 10.1097/TA.0000000000003794
- Rossaint R, Afshari A, Bouillon B, Cerny V, Cimpoesu D, Curry N, et al. The European guideline on management of major bleeding and coagulopathy following trauma: sixth edition = Европейское руководство по лечению обширного кровотечения и коагулопатии после травмы: шестое издание *Crit Care*. 2023; 27(1): 80. doi: 10.1186/s13054-023-04327-7
- Schönfelder J, Seibold T, Morawe M, Sroka R, Schneider N, Cai J, et al. Endothelial protein kinase D1 is a major regulator of post-traumatic hyperinflammation = Эндотелиальная протеинкиназа D1 является основным регулятором посттравматического гипервоспаления. *Front Immunol*. 2023; 14: 1093022. doi: 10.3389/fimmu.2023.1093022
- Shehu A, Kalbas Y, Teuben MPJ, Pape HC, Pfeifer R. Definition of occult hypoperfusion in trauma: a systematic literature review = Определение скрытой гипоперфузии при травме: систематический обзор литературы. *Injury*. 2023; 54(3): 811-817. doi: 10.1016/j.injury.2023.01.024
- Stroda A, Thelen S, M'Pembé R, Khadamlou N, Jaekel C, Schiffner E, et al. Association between hypotension and myocardial injury in patients with severe trauma = Ассоциация между гипотензией и повреждением миокарда у пациентов с тяжелой травмой. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2023; 49(1): 217-225. doi: 10.1007/s00068-022-02051-5
- Weber B, Henrich D, Schindler CR, Marzi I, Leppik L. Release of exosomes in polytraumatized patients: the injury pattern is reflected by the surface epitopes = Высвобождение экзосом у пациентов с политравмой: картина повреждения отражается поверхностными эпитопами. *Front Immunol*. 2023; 14: 1107150. doi: 10.3389/fimmu.2023.1107150
- Yeates EO, Grigorian A, Kuza CM, Nguyen NT, Inaba K, Dolich M, et al. The DEPARTS Score: a novel tool for predicting discharge disposition in geriatric trauma patients = Оценка DEPARTS: новый инструмент для прогнозирования распределения выписки у пожилых пациентов с травмами. *Am Surg*. 2023; 89(3): 447-451. doi: 10.1177/00031348211029843
- Zanza C, Romenskaya T, Zuliani M, Piccolella F, Bottinelli M, Caputo G, et al. Acute traumatic pain in the Emergency Department = Острая травматическая боль в отделении неотложной помощи. *Diseases*. 2023; 11(1): 45. doi: 10.3390/diseases11010045



ПОЛИТРАВМА/POLYTRAUMA

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ

ПРАВИЛА ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ РУКОПИСЕЙ В НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ «ПОЛИТРАВМА/POLYTRAUMA»

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Научно-практический журнал «Политравма/Polytrauma» — регулярное печатное издание для клиницистов, научных работников и руководителей органов здравоохранения. Журнал публикует оригинальные статьи по фундаментальным и прикладным теоретическим, клиническим и экспериментальным исследованиям, заметки из практики, дискуссии, обзоры литературы, информационные материалы, посвященные актуальным проблемам политравмы.

Основные разделы журнала: «Передовая статья», «Организация специализированной медицинской помощи», «Оригинальные исследования», «Новые медицинские технологии», «Анестезиология и реаниматология», «Клинические аспекты хирургии», «Клинические аспекты травматологии и ортопедии», «Клинические аспекты нейрохирургии», «Функциональная, инструментальная и лабораторная диагностика», «Реабилитация», «Экспериментальные исследования», «Случай из практики».

Журнал «Политравма/Polytrauma» включен в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук по отраслям науки: 14.01.00 — клиническая медицина; 14.03.00 — медико-биологические науки. Группы специальностей научных работников: 14.01.15 — травматология и ортопедия (медицинские науки), 14.01.17 — хирургия (медицинские науки), 14.03.03 — патологическая физиология (медицинские науки), 14.03.03 — патологическая физиология (биологические науки), 3.1.10. — нейрохирургия (медицинские науки), 3.1.12. — анестезиология и реаниматология (медицинские науки).

ПОРЯДОК ПОДАЧИ РУКОПИСИ

Рукопись должна быть направлена в редакцию в электронном виде в соответствии с нижеизложенными требованиями через сайт журнала <http://poly-trauma.ru> — на странице пользователя, согласно инструкции.

При невозможности или затруднении загрузки на сайт допускается отправка материалов на электронные адреса редакции: mail@poly-trauma.ru; pressa@gnkc.kuzbass.net — в форме присоединенных файлов.

При подаче рукописи в редакцию журнала необходимо дополнительно предоставить файлы, содержащие сканированные изображения заполненных и заверенных СОПРОВОДИТЕЛЬНЫХ ДОКУМЕНТОВ (в формате *.pdf):

1. **Первая страница рукописи** с визой руководителя учреждения, заверенной печатью.
2. **Письмо-сопровождение** на имя Главного редактора с печатью и подписью руководителя организации, подтверждающее передачу прав на публикацию, с указанием, что: 1) рукопись не находится на рассмотрении в другом издании; 2) не была ранее опубликована; 3) содержит полное раскрытие конфликта интересов; 4) все авторы ее читали и одобрили; 5) в материале нет сведений, не подлежащих опубликованию; 6) автор(ы) несут ответственность за достоверность представленных в рукописи материалов. Письмо должно быть собственноручно подписано всеми авторами.
3. **Информация о конфликте интересов/спонсорстве.** Авторы должны раскрыть потенциальные и явные конфликты интересов, связанные с рукописью. Конфликтом интересов может считаться любая ситуация (финансовые отношения, служба или работа в учреждениях, имеющих финансовый или политический интерес к публикуемым материалам, должностные обязанности и др.), способная повлиять на автора рукописи и привести к сокрытию, искажению данных или изменить их трактовку.

Желательно перечислить источники финансирования работы. Если конфликта интересов нет, то пишется: «Конфликт интересов не заявляется». Выявленное редакцией сокрытие потенциальных и явных конфликтов интересов со стороны авторов может стать причиной отказа в рассмотрении и публикации рукописи.

Необходимо указывать источник финансирования как научной работы, так и процесса публикации статьи (фонд, коммерческая или государственная организация, частное лицо и др.). Указывать размер финансирования не требуется. Если вышеперечисленные аспекты работы проводились без участия спонсоров, авторы

должны это также указать. Предоставляется на отдельном листе, отдельным файлом, подписывается всеми авторами.

СОБЛЮДЕНИЕ ЭТИЧЕСКИХ СТАНДАРТОВ

Редакция журнала «Политравма/Polytrauma» стремится придерживаться неукоснительного соблюдения принципов редакционной этики, изложенных в рекомендациях Международного комитета редакторов медицинских журналов (ICMJE) и международного Комитета по этике научных публикаций (Committee on Publication Ethics – COPE).

Политика конфиденциальности

Персональные данные (имена, места работы, должности, научные звания, телефоны, почтовые адреса и адреса электронной почты), предоставленные авторами редакции журнала «Политравма/Polytrauma», будут использованы исключительно для целей, обозначенных журналом, и не будут подвергаться дополнительной обработке, использоваться для каких-либо других целей или предоставляться другим лицам и организациям.

Информация о соответствии этическим нормам

Проведение и описание всех клинических исследований должно быть в полном соответствии со стандартами CONSORT.

Если в статье имеется описание исследований с участием людей, необходимо указать, соответствовали ли они этическим стандартам биоэтического комитета (входящего в состав учреждения, в котором выполнялась работа), разработанными в соответствии с Хельсинкской декларацией Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» с поправками 2000 г. и «Правилами клинической практики в Российской Федерации», утвержденными Приказом Минздрава РФ от 19.06.2003 г. № 266. Все лица, участвующие в исследовании, должны дать информированное согласие на участие в исследовании.

В статьях, описывающих эксперименты на животных, необходимо указать, что они проводились в соответствии с «Правилами проведения работ с использованием экспериментальных животных» (Приложение к приказу Министерства здравоохранения СССР от 12.08.1977 г. № 755). Копии всех материалов хранятся у авторов. В обоих случаях необходимо указать, был ли протокол исследования одобрен этическим комитетом (с приведением названия соответствующей организации, ее расположения, номера протокола и даты заседания комитета).

Оригинальность и плагиат

Авторы обязаны направлять в редакцию только оригинальные работы. При упоминании работ других авторов необходимо соблюдать точность при цитировании и указании источника. Публикации, которые оказали значительное влияние при подготовке исследования или определили его формат, также должны быть упомянуты.

Все статьи, поступающие в редакцию, проходят обязательную проверку с помощью системы «Антиплагиат».

Множественные, повторные или конкурирующие публикации

Материалы, описывающие содержание одного и того же исследования, не должны публиковаться более чем в одном журнале. Отправка рукописи более чем в один журнал считается неэтичной и неприемлемой. Охраняемые авторским правом материалы, уже опубликованные ранее, не могут быть отправлены в журнал для публикации. Кроме того, материалы, находящиеся на рассмотрении в редакции журнала, не могут быть отправлены в другой журнал для публикации в качестве авторской статьи.

При подаче статьи автор должен информировать редактора обо всех предшествующих представлениях работы, которые могут рассматриваться как дублирующая или двойная публикация. Автор должен предупредить редактора, если в рукописи содержится информация, опубликованная автором в предшествующих сообщениях или представленная для другой публикации. В таких случаях в новой статье должны присутствовать ссылки на предшествующий материал.

В случае выявления неэтичного поведения, даже спустя годы после публикации, редакция вправе отозвать статью из научного оборота.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ РУКОПИСИ

Политика разделов. Все рукописи статей, которые подаются в редакцию журнала, должны быть оформлены в соответствии с международными стандартами надлежащей публикационной практики.

При подготовке статей, отражающих результаты рандомизированных клинических исследований с параллельными группами, рекомендуется использовать CONSORT 2010 (The CONSolidated Standards of Reporting Trials – Консолидированные стандарты отчетности исследований).

Исследования с участием лабораторных животных *in vivo* могут опираться на ARRIVE (The ARRIVE Guidelines for Reporting Animal Research – Руководство для отчетности по исследованиям на животных).

Для статей, отражающих результаты наблюдательных исследований (случай-контроль или когортное исследование), приемлем стандарт STROBE (The STrengthening the Reporting of OBservational studies in Epidemiology – Руководство по отчетности при наблюдательных исследованиях в эпидемиологии).

При подготовке систематических обзоров рекомендуется PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses – Предпочтительные моменты отчетности для систематических обзоров и мета-анализов).

При описании клинических случаев – CARE (The CARE Guidelines: Consensus-based Clinical Case Reporting Guideline Development – Руководство по отчетности о клинических случаях).

При подготовке статей, отражающих результаты качественных исследований – SRQR (Standards for Reporting Qualitative Research: a synthesis of recommendations – Стандарты отчетности качественных исследований: обобщение рекомендаций)

При подготовке статей, отражающих результаты прогностических исследований, – STARD 2015 (An Updated List of Essential Items for Reporting Diagnostic Accuracy Studies – Обновленный список представления результатов исследований по диагностической точности).

Объем полного текста рукописи (оригинальные исследования, лекции, обзоры), в том числе таблицы и список литературы, не должен превышать 5000 слов. Объем статей, посвященных описанию клинических случаев, не более 3000 слов; краткие сообщения и письма в редакцию – в пределах 1500 слов.

Файлы с текстом статьи должны содержать всю информацию для публикации. Текстовая информация предоставляется в редакторе Microsoft Word; таблицы и графики – в Microsoft Excel; фотографии и рисунки – в формате TIF с разрешением 300 точек, векторные изображения – в EPS, EMF, CDR. Размер изображения должен быть не менее 4,5 × 4,5 см, по площади занимать не более 100 см².

Формат текста рукописи. Текст должен быть напечатан шрифтом Times New Roman, размер 14 pt, междустрочный интервал 1,0 pt, размер полей не менее 2,5 см с каждой стороны страницы. Страницы должны быть пронумерованы арабскими цифрами в верхнем или нижнем правом углу, начиная с титульной.

Титульный лист содержит название статьи, фамилии, имена и отчества авторов, полное официальное название учреждения(й), где выполнялась работа на русском и английском языках; фамилию и ученое звание руководителя; фамилию, электронный адрес, телефон и почтовый адрес с индексом автора, ответственного за переписку с редакцией.

Авторство. Данные об авторах указываются в последовательности, которая определяется их совместным решением и подтверждается подписями на титульном листе. Указываются: полные ФИО, место работы всех авторов, их должности. Если в авторском списке представлены более 4 авторов, обязательно указание вклада в данную работу каждого автора.

Иные лица, внесшие вклад в выполнение работы, недостаточный для признания авторства, должны быть перечислены (с их письменного согласия) в разделе «Благодарность» после текста статьи.

Резюме и ключевые слова. Авторское резюме (русский и английский вариант) объемом не более 250 слов должно быть компактным и структурированным и иметь основные разделы: введение; цель; материалы и методы; результаты; заключение. Далее необходимо указать 4-8 ключевых слов (Ключевые слова: ...), способствующих индексированию статьи в поисковых системах.

Рубрикация. Оригинальная статья должна соответствовать общепринятому шаблону: введение, цель и задачи, методы (материал и методы), результаты, обсуждение, заключение (выводы). В больших статьях главы «Результаты» и «Обсуждение» могут иметь подзаголовки. В обзорах, описаниях случаев возможна другая структура текста.

Введение должно содержать краткое описание проблемы, которой посвящено исследование и обоснование актуальности и необходимости проведения работы. В конце раздела содержится цель исследования.

Главная задача раздела «**Материалы и методы**» состоит в максимально ясном изложении дизайна и методов исследования с целью обеспечения воспроизводимости полученных результатов. Методы и процедуры исследования, а также оборудование (с указанием в скобках названия производителя) описываются настолько подробно, насколько это необходимо, чтобы другие исследователи могли воспроизвести полученные результаты. При описании методологии исследования, в обязательном порядке указываются: критерии включения/исключения, описание метода рандомизации, первичные и вторичные конечные точки исследования, описание методов статистического анализа, этические аспекты исследования. Авторам рекомендуется использовать соответствующие рекомендации по структуре отчетности в зависимости от типа исследования согласно «EQUATOR NETWORK».

Раздел «**Материалы и методы**» также должен включать заявление, указывающее, что исследование было одобрено ответственным этическим комитетом (учреждения или национальным) или освобождено от необходимости этой оценки. При отсутствии официального этического комитета в этом заявлении указывается, что исследование проводилось в соответствии с принципами Хельсинкской Декларации.

Персональная информация о пациенте не подлежит опубликованию. Пациент (родитель / опекун) должен дать письменное информированное согласие на публикацию.

Раздел «**Результаты**» должен содержать описание популяции исследования, включая количество выбывших пациентов и причины выбывания из исследования, а также, отклонения от протокола. Должны быть изложе-

ны все данные по первичным и вторичным конечным точкам, заявленным в разделе **«Методы»**. При этом в тексте следует привести только наиболее важные данные, дополненные таблицами и рисунками. Описываются изменения в тестируемых гипотезах или конечных точках, которые произошли в течение или после окончания исследования.

В разделе **«Обсуждение»** предлагается интерпретация основных результатов исследования и сопоставление их с известными данными отечественной и зарубежной литературы, а также вывод о том, соответствуют ли полученные результаты результатам аналогичных исследований. Необходимо отметить, какой вклад делает выполненная работа в уже имеющиеся знания в данной области. Отмечаются ограничения и недостатки исследования, а также как ограничения данного исследования могут быть преодолены.

Выводы должны сопоставляться с целями исследования и подтверждаться фактами, изложенными в работе.

Статистический анализ. Описание процедуры статистического анализа является неотъемлемым компонентом раздела **«Материал и методы»**. Необходимо привести полный перечень всех использованных статистических методов анализа и критериев проверки гипотез. Недопустимо написание фраз типа «использовались стандартные статистические методы» без их конкретного указания. Обязательно указывается принятый в данном исследовании критический уровень значимости «р» (например, «Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез в данном исследовании принимался равным 0,05»). В каждом конкретном случае указывается фактическая величина достигнутого уровня значимости «р» для используемого статистического критерия (а не просто « $p < 0,05$ » или « $p > 0,05$ »). Кроме того, необходимо указывать конкретные значения полученных статистических критериев (например, критерий «Хи-квадрат» = 12,3 (число степеней свободы $df = 2$, $p = 0,0001$). Необходимо дать определение всем используемым статистическим терминам, сокращениям и символическим обозначениям (например, M — выборочное среднее, m (SEM) — ошибка среднего, STD — выборочное стандартное отклонение, p — достигнутый уровень значимости).

При использовании выражений типа $M \pm m$ необходимо указать значение каждого из символов, а также объем выборки (n). Если используемые статистические критерии имеют ограничения по их применению, укажите, как проверялись эти ограничения и каковы результаты этих проверок (например, при использовании параметрических методов необходимо указать, как подтверждался факт нормальности распределения выборки). Следует избегать неконкретного использования терминов, имеющих несколько значений (например, существует несколько вариантов коэффициента корреляции: Пирсона, Спирмена и др.). Средние величины не следует приводить точнее, чем на один десятичный знак по сравнению с исходными данными, среднеквадратичное отклонение и ошибку среднего — еще на один знак точнее.

Если анализ данных производился с использованием статистического пакета программ, то необходимо указать название этого пакета и его версию.

Библиографические ссылки должны быть сверены с оригиналами и приведены под заголовком **«Литература»** на отдельном листе в порядке цитирования либо в алфавитном порядке — для обзоров литературы. В тексте дается ссылка на порядковый номер цитируемой работы в квадратных скобках [1] или [1, 2]. Каждая ссылка в списке — с новой строки (колонкой). Авторы должны использовать не более 15 литературных источников последних 5 лет. В обзорах — до 50 источников.

Согласно требованиям таких международных систем цитирования, как Web of Science и Scopus, список литературы должен быть представлен на русском и на английском языках. За правильность приведенных в списке литературы данных ответственность несут автор(ы).

Библиографическое описание на русском языке выполняется на основе ГОСТ Р 7.0.5-2008 (**«Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления»**). Англоязычная часть библиографического описания должна соответствовать формату, рекомендуемому Американской Национальной Организацией по Информационным стандартам (National Information Standards Organisation — NISO), принятому National Library of Medicine (NLM) для баз данных (Library's MEDLINE/PubMed database) NLM: <http://www.nlm.nih.gov/citingmedicine>.

В библиографическом описании приводятся фамилии авторов до шести, после чего, для отечественных публикаций следует указать «и др.», для зарубежных — «et al.». При описании статей из журналов указывают в следующем порядке выходные данные: фамилия и инициалы авторов, название статьи, название журнала, год, том, номер, страницы (от и до). При описании статей из сборников указывают выходные данные: фамилия, инициалы, название статьи, название сборника, место издания, год издания, страницы (от и до).

Иллюстрации (рисунки, графики, схемы, фотографии) представляются отдельными файлами в указанном выше формате. Подписи к иллюстрациям с нумерацией рисунка прилагаются в отдельном файле в формате Microsoft Word. В тексте и на левом поле страницы указываются ссылки на каждый рисунок в соответствии с первым упоминанием в тексте. Иллюстрации должны быть четкими, пригодными для воспроизведения, их количество, включая а, б и т.д., — не более восьми. Для ранее опубликованных иллюстраций необходимо указать оригинальный источник и представить письменное разрешение на воспроизведение от их автора (владельца).

Таблицы нумеруются, если их число более одной, и последовательно цитируются в тексте (приемлемо не больше пяти). Каждый столбец должен иметь краткий заголовок, пропуски в строках (за отсутствием данных)

обозначаются знаком тире. На данные из других источников необходима ссылка. Дублирование одних и тех же сведений в тексте, графиках, таблице недопустимо.

Сокращения. Следует ограничиться общепринятыми сокращениями (ГОСТ 7.0.12-2011 для русского и ГОСТ 7.11-78 для иностранных европейских языков), избегая новых без достаточных на то оснований. Аббревиатуры расшифровываются при первом использовании терминов и остаются неизменными по всему тексту. Сокращения, аббревиатуры в таблице разъясняются в примечании.

Английский язык и транслитерация. При транслитерации рекомендуется использовать стандарт BGN/PCGN (United States Board on Geographic Names / Permanent Committee on Geographical Names for British Official Use), рекомендованный международным издательством Oxford University Press, как «British Standard». Для транслитерации текста в соответствии со стандартом BGN можно воспользоваться ссылкой <http://ru.translit.ru/?account=bgn>. Англоязычное название статьи должно быть грамотно с точки зрения английского языка, при этом по смыслу полностью соответствовать русскоязычному названию.

ФИО необходимо писать в соответствии с заграничным паспортом, или так же, как в ранее опубликованных в зарубежных журналах статьях. Авторам, публикующимся впервые и не имеющим заграничного паспорта, следует воспользоваться стандартом транслитерации BGN/PCGN (см. ниже).

Необходимо указывать официальное англоязычное название учреждения. Наиболее полный список названий учреждений и их официальной англоязычной версии можно найти на сайте РУНЭБ eLibrary.ru.

Англоязычная версия резюме статьи должна по смыслу и структуре полностью соответствовать русскоязычной и быть грамотной с точки зрения английского языка.

Для выбора ключевых слов на английском следует использовать тезаурус Национальной медицинской библиотеки США – Medical Subject Headings (MeSH).

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ МЕЖДУ ЖУРНАЛОМ И АВТОРОМ

Представление статьи для публикации в журнале «Политравма/Polytrauma» подразумевает согласие авторов с опубликованными правилами. Редакция журнала ведет переписку с автором, ответственным за связь с редакцией.

Все статьи, поступающие в журнал «Политравма/Polytrauma», проходят предварительную проверку ответственным редактором журнала на соответствие формальным требованиям. На этом этапе статья может быть возвращена авторам на доработку с просьбой устранить ошибки или добавить недостающие данные. Также на этом этапе статья может быть отклонена из-за несоответствия ее целям журнала, отсутствия оригинальности, отсутствия научной значимости.

После предварительной проверки ответственный редактор передает статью эксперту по биомедицинской статистике для проверки корректности выполненного статистического анализа.

В случае положительного ответа статья отправляется рецензенту с указанием сроков рецензирования. Автору отправляется соответствующее уведомление. В спорных случаях редактор может назначить дополнительное рецензирование. Однако окончательное решение принимает главный редактор.

При принятии решения о доработке статьи рецензии и комментарии рецензентов отправляются авторам. На доработку статьи дается 2 месяца. Если в течение этого срока авторы не представили исправленный вариант статьи и не уведомили редакцию о планируемых действиях, статья снимается с регистрации и передается в архив.

При принятии решения об отказе в публикации статьи автору отправляется соответствующее решение редакции и текст рецензий.

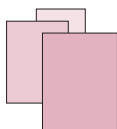
Если принято решение о принятии статьи к публикации, редакция уведомляет авторов о сроках публикации. На электронный адрес автора для переписки высылаются корректура, которую необходимо вычитать и вернуть в редакцию с прилагаемым списком исправлений в течение 3 календарных дней. В противном случае статья будет опубликована без авторских правок.

После выхода публикации авторам предоставляется копия статьи в виде файла PDF. Печатный вариант журнала может быть приобретен через агентства по подписке.

Информация о правилах для авторов доступна на сайте журнала:

<http://poly-trauma.ru/index.php/pt/pages/view/rules>





ПОЛИТРАВМА/POLYTRAUMA

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ РЕКЛАМОДАТЕЛЕЙ

Научно-практический журнал «Политравма/Polytrauma» создан в соответствии с рекомендациями Всероссийской научно-практической конференции «Политравма: диагностика, лечение и профилактика осложнений» (29-30 сентября 2005 г., г. Ленинск-Кузнецкий).

Учредителем издания является Благотворительный Фонд центра охраны здоровья шахтеров (г. Ленинск-Кузнецкий).

Главный редактор журнала — Заслуженный врач РФ, д.м.н., профессор, академик РАЕН В.В. Агаджанян.

В редакционную коллегию и редакционный совет журнала входят крупнейшие клиницисты и ученые России, стран СНГ и зарубежья.

Журнал содержит специализированную информацию, посвященную проблемам политравмы. Объем издания 100 страниц. Периодичность издания 4 раза в год.

ЧИТАТЕЛЬСКАЯ АУДИТОРИЯ

Врачи, научные работники, преподаватели и студенты медицинских учебных заведений. Материалы, публикуемые в журнале, будут интересны руководителям учреждений здравоохранения, сотрудникам фирм-производителей медицинской техники, оборудования и расходных материалов.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ

- Редакционная подписка, подписка через почтовые отделения связи.
- Крупнейшие библиотеки России, стран СНГ.
- НИИ травматологии и ортопедии России, стран СНГ и зарубежья, более чем 200 специализированных травматологических центров, институты усовершенствования врачей, медицинские академии и университеты.
- Международные медицинские симпозиумы, научно-практические конференции, круглые столы, ярмарки, выставки.

МЕДИЦИНСКАЯ РЕКЛАМА

Журнал «Политравма/Polytrauma» — это специализированное издание, на страницах которого может размещаться рекламная информация по медицинской тематике.

Публикуемые в журнале рекламные материалы соответствуют Законам Российской Федерации «О рекламе», «О лекарственных средствах», «О наркотических средствах и психотропных веществах».

Журнал оказывает информационную поддержку в продвижении на рынок конкурентоспособной продукции, проектов, научных разработок и высоких технологий.

Приглашаем к сотрудничеству фирмы, научно-исследовательские институты, учреждения здравоохранения, общественные организации, представляющие отрасли современной медицины применительно к тематике журнала.

ТРЕБОВАНИЯ К ПРЕДОСТАВЛЯЕМЫМ МАКЕТАМ

Для размещения в журнале принимаются готовые макеты только векторных форматов CDR, PDF или EPS. Все текстовые составляющие должны быть переведены в кривые. Растровые составляющие предоставляются в цветовом пространстве CMYK, разрешение 300 dpi (для полноцветных страниц). Для остальных страниц допускается предоставление макетов в формате CDR и EPS в цветовом пространстве CMYK с использованием только цветовых каналов К (black) и М (magenta).

Возможные размеры макетов: 195 × 285 мм, 170 × 120 мм, 170 × 65 мм, 115 × 120 мм, 115 × 80 мм, 55 × 120 мм, 55 × 80 мм

Телефон для справок: (384-56) 2-38-88

Е-mail: mail@poly-trauma.ru
irmaust@gnkc.kuzbass.net
pressa@gnkc.kuzbass.net

Интернет-сайт: www.poly-trauma.ru
www.mine-med.ru/polytrauma/

ISSN: 1819-1495 (print)
ISSN: 2541-867X (online)

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ ЖУРНАЛ

«ПОЛИТРАВМА/POLYTRAUMA»

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-71530 от 01 ноября 2017 г.



Тематика журнала: фундаментальные и прикладные теоретические, клинические и экспериментальные исследования, заметки из практики, дискуссии, обзоры литературы, информационные материалы, посвященные актуальным проблемам политравмы.

Аудитория: врачи, научные работники, преподаватели и студенты медицинских учебных заведений, руководители учреждений здравоохранения.

Журнал включен в Перечень рецензируемых научных изданий, рекомендуемых ВАК РФ для опубликования основных научных результатов диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук по отраслям науки:

14.01.00 - клиническая медицина;

14.03.00 - медико-биологические науки.

Группы специальностей научных работников:

14.01.15 - травматология и ортопедия,

14.01.17 - хирургия,

14.03.03 - патологическая физиология (биологические науки),

14.03.03 - патологическая физиология (медицинские науки),

3.1.10. - нейрохирургия (медицинские науки),

3.1.12. - анестезиология и реаниматология (медицинские науки).

Журнал реферируется
РЖ ВИНТИ

Индексация:

РИНЦ
SCOPUS

Ulrich's International Periodicals Directory
WorldCat, BASE, Open Archives

Подписка на журнал «Политравма/Polytrauma»

На почте по каталогу "Почта России" (ПН339),
через интернет: <http://podpiska.pochta.ru> (ПН339)

Электронная версия журнала:
<http://www.poly-trauma.ru>

Адрес редакции:

652509, Кемеровская область, г. Ленинск-Кузнецкий, ул. Микрорайон 7, д. 9
тел: (384-56) 2-38-88, 9-55-34
факс: (384-56) 2-40-50
mail@poly-trauma.ru; pressa@gnkc.kuzbass.net; irmaust@gnkc.kuzbass.net