

3/2025

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 ВИНТИ

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@gnkc.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:
22.09.2025

Дата выхода в свет:
23.09.2025

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

Новосибирск
Кемерово
Кемерово
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., 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.
д.м.н.
д.м.н., профессор
д.м.н.

Н. В. Загородний
К. А. Егиазарян
А. А. Завражнов
В. В. Хоминец
И. Н. Лейдерман
И. Ф. Ахтямов
А. О. Гирш
М. М. Стуканов
Л. М. Афанасьев
С. А. Кравцов
А. Ю. Милюков
А. В. Новокшенов
А. А. Пронских
М. Ю. Федоров
О. И. Хохлава
Д. Г. Данцигер
А. С. Бенян

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

Редакционный совет

д.м.н., профессор, чл.-кор. РАН
д.м.н., профессор, академик РАН
д.м.н., профессор
д.м.н.
д.м.н.
д.м.н., профессор
д.м.н., профессор, чл.-кор. РАН
д.м.н., профессор
д.м.н., профессор
д.м.н., профессор
д.м.н., профессор, академик РАН
д.м.н., профессор
д.б.н.
д.м.н.
д.м.н., профессор
д.м.н., профессор
д.м.н., профессор, чл.-кор. РАН
д.м.н., профессор
д.м.н., профессор
д.м.н., профессор, чл.-кор. РАН
д.м.н., профессор
д.м.н., профессор, академик АМН РА
MD, PhD
MD
MD
MD
MD
MD
MD
MD
MD
MD, FRCSC, FACS
MD, PhD

С. С. Петриков
С. Ф. Гончаров
А. Г. Аганесов
А. И. Ярошецкий
Л. К. Брижань
Р. М. Тихилов
С. В. Виссарионов
И. М. Самохвалов
Е. К. Гуманенко
А. К. Дулаев
В. В. Ступак
В. А. Козлов
С. Г. Штофин
А. Н. Силков
С. Л. Кан
А. В. Бондаренко
В. А. Пелеганчук
Е. Г. Григорьев
К. А. Апарцин
В. А. Сорокиных
И. А. Норкин
В. И. Шевцов
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
Санкт-Петербург
Санкт-Петербург
Санкт-Петербург
Санкт-Петербург
Санкт-Петербург
Новосибирск
Новосибирск
Новосибирск
Новосибирск
Кемерово
Барнаул
Барнаул
Иркутск
Иркутск
Иркутск
Саратов
Курган
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»

[СОДЕРЖАНИЕ]

6 ОРИГИНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ВОСПАЛЕНИЯ И СУБФЕНОТИПЫ
ТЕМПЕРАТУРНЫХ РЕАКЦИЙ У ПАЦИЕНТОВ С СЕПСИСОМ
Устьянцев И.М., Агаджанян В.В., Будаев А.В., Макшанова Г.П.,
Тарасова О.Л.

14 АНЕСТЕЗИОЛОГИЯ И РЕАНИМАТОЛОГИЯ

РАСЧЕТ ОБЪЕМА ПЕРВИЧНОЙ ТАНГЕНЦИАЛЬНОЙ НЕКРЭКТОМИИ
В ПЕРИОДЕ ОЖОГОВОЙ ТОКСЕМИИ У ПАЦИЕНТОВ С НИЗКИМ
РИСКОМ РАЗВИТИЯ ДВС-СИНДРОМА
Скакун П.В., Алексеев С.А., Часнойть А.Ч.

23 ДЛИТЕЛЬНОСТЬ ИСКУССТВЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ЛЕГКИХ У БОЛЬНЫХ С ОСТРЫМ РЕСПИРАТОРНЫМ ДИСТРЕСС-СИНДРОМОМ ПРИ РАЗНОТИПНЫХ СТРАТЕГИЯХ ПИТАНИЯ (СООБЩЕНИЕ 1)

Клементьев А.В., Гирш А.О., Степанов С.С., Мищенко С.В.,
Щетина А.В., Измайлова Н.А., Черненко С.В.

34 КЛИНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ХИРУРГИИ

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ НЕСВОБОДНОГО КОЖНО-ФАСЦИАЛЬНОГО
СУРАЛЬНОГО ЛОСКУТА НА ДИСТАЛЬНОЙ ПИТАЮЩЕЙ НОЖКЕ
ДЛЯ ЗАМЕЩЕНИЯ ОГНЕСТРЕЛЬНЫХ ДЕФЕКТОВ ГОЛЕНИ И СТОПЫ
Хоминец В.В., Ткаченко М.В., Иванов В.С., Майндрова К.М.,
Лисина Е.П., Оверчук И.М., Хохленко Г.В.

44 ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ МИННО-ВЗРЫВНОГО РАНЕНИЯ С ФОРМИРОВАНИЕМ ЛОЖНОЙ АНЕВРИЗМЫ ПОДКОЛЕННОЙ АРТЕРИИ В УСЛОВИЯХ ВОЕННО-ПОЛЕВОГО ГОСПИТАЛЯ ЗОНЫ СПЕЦИАЛЬНОЙ ВОЕННОЙ ОПЕРАЦИИ

Холматов В.Н., Казанцев А.Н., Болибик Н.В., Беляй Ж.М.,
Тенишев Р.Р., Гаптракипов И.Х.

51 КЛИНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ТРАВМАТОЛОГИИ И ОРТОПЕДИИ

СРАВНЕНИЕ ДОСТУПОВ, ВИДОВ ОСТЕОТОМИИ И ОСТЕОСИНТЕЗА
ЛОКТЕВОГО ОТРОСТКА ЛОКТЕВОЙ КОСТИ В ЛЕЧЕНИИ
ПАЦИЕНТОВ С ПЕРЕЛОМАМИ ДИСТАЛЬНОГО ОТДЕЛА ПЛЕЧЕВОЙ
КОСТИ: ТОПОГРАФО-АНАТОМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ
Медведчиков А.Е., Анастасиева Е.А., Прокопович Т.Е.,
Симонян А.А., Кирилова И.А.

63 КЛИНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ НЕЙРОХИРУРГИИ

ХАРАКТЕРИСТИКА НЕВРОЛОГИЧЕСКОГО СТАТУСА
И ЛАБОРАТОРНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРИ ПРОНИКАЮЩИХ
РАНЕНИЯХ ЧЕРЕПА И ГОЛОВНОГО МОЗГА В СОВРЕМЕННОМ
ВООРУЖЕННОМ КОНФЛИКТЕ
Кистень В.К., Гайворонский А.И., Свистов Д.В., Касимов Р.Р.,
Исаев Д.М., Можейко Р.А.

75 РЕАБИЛИТАЦИЯ

ВИРТУАЛЬНАЯ РЕАЛЬНОСТЬ В РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОВ
С ПОВРЕЖДЕНИЕМ СПИННОГО МОЗГА. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ
Коновалова Н.Г., Васильченко Е.М., Хохлова О.И.

83 СЛУЧАЙ ИЗ ПРАКТИКИ

КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ ПОЛНОГО
НЕВРОЛОГИЧЕСКОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПАЦИЕНТКИ
С ТЕТРАПЛЕГИЕЙ ВСЛЕДСТВИЕ ПОЗВОНОЧНО-
СПИНАЛЬНОЙ ТРАВМЫ
Тутынин К.В., Шнякин П.Г., Арутюнян А.Г.

89 ЛЕЧЕНИЕ ЗАКРЫТОЙ ТРАВМЫ ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ: КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ

Агаларян А.Х., Агаджанян В.В., Мугатасимов И.Г.,
Каташева Л.Ю., Васильев С.О., Штофин С.Г.

95 ПРИМЕНЕНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНОГО 3D-ИМПЛАНТАТА В СОЧЕТАНИИ С ИНДУЦИРОВАННОЙ МЕМБРАНОЙ ПРИ ЛЕЧЕНИИ ОГНЕСТРЕЛЬНОГО ДИАФИЗАРНОГО ДЕФЕКТА КОСТЕЙ ГОЛЕНИ

Мазитов Д.М., Гальцев Г.А., Вирко В.А.

101 ОБЗОРЫ

ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ ПАЦИЕНТОВ С ОТДАЛЕННЫМИ
ПОСЛЕДСТВИЯМИ ПЕЛЬВИОАБДОМИНАЛЬНЫХ РАНЕНИЙ:
СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ
Балюра О.В., Еселевич Р.В., Румянцев В.Н.,
Шульгин Н.М., Вон В.В., Асоскова Л.О., Исентемиров Р.Р.,
Гирш А.О., Суров Д.А.

109 ПРИМЕНЕНИЕ ФОТОДИНАМИЧЕСКОЙ ТЕРАПИИ В ЛЕЧЕНИИ ГНОЙНЫХ РАН (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

Каярлиев А.Р., Кучев Р.Д., Рудаков Д.А.,
Телицкий С.Ю., Коржук М.С., Бромберг Б.Б.,
Гирш А.О., Черненко С.В., Зверев Д.П., Суров Д.А.

117 РЕФЕРАТЫ ПУБЛИКАЦИЙ

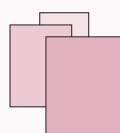
123 БИБЛИОГРАФИЯ ПО ПРОБЛЕМАМ ПОЛИТРАВМЫ

125 АНОНСЫ НАУЧНЫХ ФОРУМОВ

IV МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ФОРУМ
«ОГНЕСТРЕЛЬНАЯ РАНА. ХИРУРГИЯ ПОВРЕЖДЕНИЙ»

126 ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ

131 ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ РЕКЛАМОДАТЕЛЕЙ



3/2025

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 22.09.2025

Date of publishing: 23.09.2025

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, corresponding member of RAS
MD, PhD, professor, academician of RAS
MD, PhD, professor
MD, PhD
MD, PhD
MD, PhD, professor
MD, PhD, professor, corresponding member of RAS
MD, PhD, professor
MD, PhD, professor
MD, PhD, professor
MD, PhD, professor
MD, PhD, professor, academician of RAS
MD, PhD, professor
PhD in Biology
MD, PhD
MD, PhD, professor
MD, PhD, professor
MD, PhD, professor, corresponding member of RAS
MD, PhD, professor
MD, PhD, professor
MD, PhD, professor
MD, PhD, professor, corresponding member of RAS
MD, PhD, professor
MD, PhD, professor, academician of AAMS
MD, PhD
MD
MD
MD
MD
MD
MD, FRCSC, FACS
MD, PhD

Editorial staff

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

Novosibirsk
Kemerovo
Kemerovo
Novosibirsk

Science editors

Zagorodniy N. V.
Egiazaryan K. A.
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.
Pronskikh A. A.
Fedorov M. Yu.
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
Kemerovo
Leninsk-Kuznetsky
Novokuznetsk
Novokuznetsk
Samara

Editorial board

Petrikov S. S.
Goncharov S. F.
Aganov A. G.
Yaroshetskiy A. I.
Brizhan L. K.
Tikhilov R. M.
Vissarionov S. V.
Samokhvalov I. M.
Gumanenko E. K.
Dulaev A. K.
Stupak V. V.
Kozlov A. V.
Shtofin S. G.
Silkov A. N.
Kan S. L.
Bondarenko A. V.
Peleganchuk V. A.
Grigoryev E. G.
Apartsin K. A.
Sorokovikov V. A.
Norkin I. A.
Shevtsov V. I.
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
Saint Petersburg
Saint Petersburg
Saint Petersburg
Saint Petersburg
Saint Petersburg
Novosibirsk
Novosibirsk
Novosibirsk
Novosibirsk
Kemerovo
Barnaul
Barnaul
Irkutsk
Irkutsk
Irkutsk
Saratov
Kurgan
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

HEMATOLOGICAL PARAMETERS OF INFLAMMATION
AND SUBPHENOTYPES OF TEMPERATURE REACTIONS
IN PATIENTS WITH SEPSIS

Ustyantseva I.M., Agadzhanian V.V., Budaev A.V.,
Makschanova G.P., Tarasova O.L.

14 ANESTHESIOLOGY AND CRITICAL CARE MEDICINE

CALCULATION OF PRIMARY TANGENTIAL WOUND EXCISION
VOLUME DURING BURN TOXEMIA IN PATIENTS WITH LOW RISK
OF DIC SYNDROME DEVELOPMENT

Skakun P.V., Alekseev S.A., Chasnoit A.Ch.

23 DURATION OF MECHANICAL VENTILATION IN PATIENTS WITH ACUTE RESPIRATORY DISTRESS SYNDROME WITH DIFFERENT TYPES OF NUTRITION STRATEGIES (REPORT 1)

Klementyev A.V., Girsh A.O., Stepanov S.S., Mishchenko S.V.,
Shchetina A.V., Izmailova N.A., Chernenko S.V.

34 CLINICAL ASPECTS OF SURGERY

EXPERIENCE OF USING A NON-FREE FASCIAL-CUTANEOUS
SURAL FLAP ON THE DISTAL VASCULAR PEDICLE TO REPLACE
GUNSHOT DEFECTS OF THE LEG AND FOOT

Khominets V.V., Tkachenko M.V., Ivanov V.S.,
Mayndurova K.M., Lisina E.P., Overchuk I.M., Khokhlenko G.V.

44 SURGICAL TREATMENT OF A MINE-BLAST WOUND WITH THE FORMATION OF A FALSE ANEURYSM OF THE POPLITEAL ARTERY IN THE CONDITIONS OF A FIELD HOSPITAL OF THE SPECIAL MILITARY OPERATION ZONE

Kholmatov V.N., Kazantsev A.N., Bolibok N.V., Belyai Zh.M.,
Tenishev R.R., Gaptrakipov I.Kh.

51 CLINICAL ASPECTS OF TRAUMATOLOGY AND ORTHOPEDICS

COMPARISON OF SURGICAL APPROACHES, TYPES OF OLECRANON
OSTEOTOMY AND OSTEOSYNTHESIS IN THE TREATMENT
OF PATIENTS WITH DISTAL HUMERUS FRACTURES:

A TOPOGRAPHIC-ANATOMICAL STUDY

Medvedchikov A.E., Anastasieva E.A., Prokopovich T.E.,
Simonyan A.A., Kirilova I.A.

63 CLINICAL ASPECTS OF NEURO-SURGERY

CHARACTERISTICS OF NEUROLOGICAL STATUS AND LABORATORY
INDICATORS IN WOUNDED PERSONS WITH PENETRATING WOUNDS
OF THE SKULL AND BRAIN IN MODERN ARMED CONFLICT

Kisten V.K., Gaivoronsky A.I., Svistov D.V., Kasimov R.R.,
Isaev D.M., Mozheyko R.A.

75 REHABILITATION

VIRTUAL REALITY IN THE REHABILITATION OF PATIENTS
WITH SPINAL CORD INJURY: A LITERATURE REVIEW

Konovalova N.G., Vasilchenko E.M., Khokhlova O.I.

83 CASE HISTORY

CLINICAL CASE OF COMPLETE NEUROLOGICAL
RECOVERY OF A PATIENT WITH TETRAPLEGIA
DUE TO SPINAL INJURY

Tutylin K.V., Shnyakin P.G., Arutyunyan A.G.

89 TREATMENT OF CLOSED PANCREATIC INJURY: A CLINICAL CASE

Aghalaryan A.Kh., Agadzhanian V.V., Mugatasimov I.G.,
Katasheva L.Yu., Vasiliev S.O., Shtofin S.G.

95 APPLICATION OF A CUSTOM 3D IMPLANT COMBINED WITH INDUCED MEMBRANE IN THE TREATMENT OF GUNSHOT DIAPHYSEAL DEFECT OF LEG BONES

Mazitov D.M., Galtcev G.A., Virko V.A.

101 REVIEWS

SURGICAL TREATMENT OF PATIENTS WITH LONG-TERM
CONSEQUENCES OF PELVIABDOMINAL INJURIES: CURRENT
STATE OF THE PROBLEM AND POSSIBLE SOLUTIONS

Balyura O.V., Eselevich R.V., Rummyantsev V.N.,
Shulgin N.M., Von V.V., Asoskova L.O., Isentemirov R.R.,
Girsh A.O., Surov D.A.

109 THE USE OF PHOTODYNAMIC THERAPY IN THE TREATMENT OF PURULENT WOUNDS (LITERATURE REVIEW)

Kayarliiev A.R., Kuchev R.D., Rudakov D.A.,
Telitsky S.Yu., Korzhuk M.S., Bromberg B.B.,
Girsh A.O., Chernenko S.V., Zverev D.P., Surov D.A.

117 REPORTS OF PUBLICATIONS

123 BIBLIOGRAPHY OF POLYTRAUMA PROBLEMS

125 SCIENCE FORUM ANNOUNCE

IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND PRACTICAL FORUM
"GUNSHOT WOUND. SURGERY OF INJURIES"

126 INFORMATION FOR AUTHORS

131 INFORMATION FOR ADVERTISERS



Номер выпущен
при финансовой поддержке
АО «УК «Сила Сибири»,
директор —
Николай Васильевич Занкин

Уважаемые коллеги!

Каждый новый выпуск журнала «Политравма/Polytrauma» как никогда реально демонстрирует свою полезность российскому медицинскому сообществу в решении в одной из главных задач на сегодняшний день — помогать раненым. Мы регулярно знакомим вас с актуальной информацией о медицинских аспектах, связанных с боевыми действиями, публикуя научные статьи, клинические случаи, оригинальные исследования, обзоры по военной медицине, хирургии, травматологии и ортопедии, нейрохирургии, оказанию первой помощи в экстремальных условиях и реабилитации.

В этом выпуске мы предлагаем вашему вниманию сложные клинические случаи: пример реконструктивного лечения пациента с огнестрельным переломом костей голени, осложненным обширным дефектом костной ткани, с применением метода индуцированной биологической мембраны в сочетании с индивидуально изготовленным 3D-имплантатом, а также опыт успешного хирургического лечения в условиях военно-полевого госпиталя пациентов с ложной аневризмой подколенной артерии вследствие минно-взрывного ранения.

Коллеги также знакомят с результатами использования сурального кожно-фасциального лоскута на дистальной питающей ножке для восполнения огнестрельных дефектов мягких тканей голени и стопы. Исследование нейрохирургов посвящено анализу неврологического статуса и лабораторных показателей при проникающих ранениях черепа и головного мозга.

В обзорных статьях освещаются проблемы реконструктивно-восстановительной хирургии на передней брюшной стенке и толстой кишке у пациентов с последствиями пельвиоабдоминальных ранений, а также вопросы применения фотодинамической терапии в лечении гнойных ран.

Несомненно, на страницах сегодняшнего номера вы сможете найти ответы и на другие не менее важные вопросы. Приглашаю к прочтению!

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

ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ВОСПАЛЕНИЯ И СУБФЕНОТИПЫ ТЕМПЕРАТУРНЫХ РЕАКЦИЙ У ПАЦИЕНТОВ С СЕПСИСОМ

HEMATOLOGICAL PARAMETERS OF INFLAMMATION AND SUBPHENOTYPES OF TEMPERATURE REACTIONS IN PATIENTS WITH SEPSIS

Устьянцева И.М.,
Агаджанян В.В.,
Будаев А.В.,
Макшанова Г.П.,
Тарасова О.Л.

Ustyantseva I.M.,
Agadzhanyan V.V.,
Budaev A.V.,
Makschanova G.P.,
Tarasova O.L.

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

Kemerovo State Medical University,
Kemerovo, Russia,

ФГБУ «Новосибирский научно-исследовательский
институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна»
Минздрава России,
г. Новосибирск, Россия

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

Недавно мы обнаружили, что гематологические параметры воспаления у пациентов с инфекцией коррелируют с выживаемостью. Понимание взаимосвязи между значениями гематологических параметров воспаления и температурными реакциями может позволить фенотипировать сепсис у постели больного.

Цель исследования — определить, имеют ли количественные характеристики гематологических параметров воспаления и температурные реакции устойчивые взаимосвязи у инфицированных пациентов.

Материалы и методы. Представлено ретроспективное исследование двух когорт инфицированных пациентов отделения реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ) ГБУЗ ККЦОЗШ с 2020 по 2024 г. Когорты состояли из 120 пациентов с сепсисом (когорта 1) и 88 пациентов с бактериемией *Staphylococcus aureus* (когорта 2). Пациенты были классифицированы по температурным реакциям (субфенотипы): «гипертермические» (когорта 1, $n = 37$; когорта 2, $n = 37$), «нормотермические» (когорта 1, $n = 54$; когорта 2, $n = 31$), «гипотермические» (когорта 1, $n = 29$; когорта 2, $n = 20$). Наличие признаков сепсиса выявляли в соответствии с критериями Сепсис-3. Учет случаев проводили в первые сутки пребывания в ОРИТ. Анализировали параметры воспаления (Sysmex XN-1000), С-реактивный белок (СРБ) (Cobas 6000), интерлейкины-1, 6, 2R (Immulite), D-димер, скорость оседания эритроцитов (СОЭ).

Описание корреляционных связей между параметрами осуществляли с помощью коэффициента ранговой корреляции Спирмена (ρ). Критический уровень значимости (α) принимался равным 0,05.

Результаты. Субфенотипы температурных реакций имели отличные демографические, физиологические характеристики и уровни обычно тестируемых воспалительных маркеров (СОЭ, СРБ). «Гипертермические» субфенотипы когорт 1 и 2 были самыми молодыми, с наименьшим количеством сопутствующих заболеваний и иммунодепрессантным воздействием, имели самые высокие уровни NEUT-RI, NEUT-GI, IG, СРБ, D-димера, СОЭ, интерлейкинов-1, 2R, 6 по сравнению с «нормотермическими».

We recently found that hematological inflammatory parameters in patients with infection correlate with survival. Understanding the relationship between hematological inflammatory parameters and temperature responses may allow sepsis phenotyping at the bedside.

Objective — to determine whether quantitative characteristics of hematological parameters of inflammation and temperature responses have stable relationships in infected patients.

Materials and methods. This retrospective study includes two cohorts of infected patients of the intensive care unit of Kuzbass Clinical Center of Miners' Health Protection in 2020-2024. The cohorts included 120 patients with sepsis (cohort 1) and 88 patients with *Staphylococcus aureus* bacteremia (cohort 2). The patients were classified by temperature reactions (subphenotypes): hyperthermic (cohort 1, $n = 37$; cohort 2, $n = 37$), normothermic (cohort 1, $n = 54$; cohort 2, $n = 31$), hypothermic (cohort 1, $n = 29$; cohort 2, $n = 20$). The presence of sepsis signs was identified in accordance with the Sepsis-3 criteria. Cases were counted during the first day of stay in the ICU. Inflammation parameters (Sysmex XN-1000), C-reactive protein (CRP) (Cobas 6000), interleukins-1, 6, 2R (Immulite), D-dimer, erythrocyte sedimentation rate (ESR) were analyzed.

The description of correlation links between parameters was carried out using the Spearman rank correlation coefficient (ρ). The critical significance level (α) was taken to be equal to 0.05.

Results. The subphenotypes of temperature reactions had distinct demographic, physiological characteristics and levels of commonly tested inflammatory markers (ESR, CRP). The hyperthermic subphenotypes of cohorts 1 and 2 were the youngest, with the least number of comorbidities and immunosuppressant exposure, with the highest levels of NEUT-RI, NEUT-GI, IG, CRP, D-dimer, ESR, IL-1, 2R, 6 compared to normothermic reactions ($p < 0.05$). Hypothermic subphenotypes showed a

Для цитирования: Устьянцева И.М., Агаджанян В.В., Будаев А.В., Макшанова Г.П., Тарасова О.Л. ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ВОСПАЛЕНИЯ И СУБФЕНОТИПЫ ТЕМПЕРАТУРНЫХ РЕАКЦИЙ У ПАЦИЕНТОВ С СЕПСИСОМ //ПОЛИТРАВМА / POLYTRAUMA. 2025. № 3. С. 6-13.

Режим доступа: <http://poly-trauma.ru/index.php/pt/article/view/603>

DOI: 10.24412/1819-1495-2025-3-6-13

скими» реакциями ($p < 0,05$). «Гипотермические» показали значительное снижение уровней NEUT-RI и NEUT-GI ($p < 0,001$), интерлейкинов-1, 2R, 6 ($p < 0,01$) и самые низкие значения СОЭ и СРБ.

Выявлены сильные прямые корреляционные связи между уровнями NEUT-RI, NEUT-GI, IG и гипер- и гипотермическими реакциями (коэффициенты ранговой корреляции Спирмена составили соответственно $\rho = 0,642$ ($p < 0,05$) и $\rho = 0,774$ ($p < 0,001$)).

Заключение. Субфенотипы температурных реакций коррелируют с гематологическими параметрами воспаления (NEUT-RI, NEUT-GI, IG), что может быть использовано для фенотипирования сепсиса у постели больного.

Ключевые слова: параметры воспаления NEUT-RI, NEUT-GI, IG; интерлейкины; температурные субфенотипы; инфекция; сепсис

significant decrease in the levels of NEUT-RI and NEUT-GI ($p < 0.001$), IL-1, 2R, 6 ($p < 0.01$) and the lowest ESR and CRP values.

Strong direct correlations were found between the levels of NEUT-RI, NEUT-GI, IG and hyper- and hypothermic reactions (Spearman's rank correlation coefficients were $\rho = 0.642$ ($p < 0.05$) and $\rho = 0.774$ ($p < 0.001$), respectively).

Conclusion. Subphenotypes of temperature reactions correlate with hematological parameters of inflammation (NEUT-RI, NEUT-GI, IG), which can be used for phenotyping sepsis at the bedside.

Keywords: inflammation parameters of NEUT-RI; NEUT-GI and IG; interleukins; temperature subphenotypes; infection; sepsis

Сепсис определяется как ответная реакция хозяина с нарушенной регуляцией на инфекцию, которая приводит к опасной для жизни дисфункции органов, часто ведущей к смерти [1]. В течение многих лет считалось, что сепсис является результатом нерегулируемой провоспалительной реакции (часто называемой «цитокиновым штормом»), но многочисленные клинические испытания противовоспалительных и антицитокиновых препаратов не подтвердили однозначных заключений [2, 3]. Было установлено, что пациенты с сепсисом имеют различные про- и противовоспалительные реакции, а также проявляют многие признаки иммуносупрессии, особенно на более поздних стадиях развития болезни [1, 3]. Многие авторы неоднородность иммунных ответов у больных сепсисом связывали с терморегуляторным ответом организма [4, 5].

Хотя лихорадка, как правило, считается предвестником инфекции, часто у пациентов отмечается нормотермия или даже гипотермия. Исследования показывают, что аномалии температуры тела несут прогностическую информацию для пациентов с инфекционными заболеваниями [4, 5]. Несколько исследований показали, что переохлаждение на фоне инфекции было связано с повышенной смертностью, тогда как лихорадка — со снижением смертности [6]. Важно отметить, что температура тела — это сложная, динамическая переменная, которая изменяется на протяжении естественного течения болезни пациента. У госпитализированных пациентов температура тела постоянно измеряется в

плановом порядке и представляет огромный массив количественных данных.

Рутинное и регулярное измерение температуры делает его привлекательным и универсально доступным инструментом для характеристики иммунного состояния пациентов с сепсисом.

Известно немного работ, в которых значения температуры используются для прогнозирования и фенотипирования больных с инфекцией [4, 5]. S.V. Bhavaní и соавт. выявили четыре новых субфенотипа сепсиса с использованием температурных траекторий тела [4]. Показано, что гипотермические реакции были связаны со стабильно низкой смертностью, что свидетельствовало о потенциально благоприятном иммунном ответе у пациентов с сепсисом. Напротив, пациенты с «гипотермией» подвергались наибольшему воздействию иммуносупрессивных средств и отличались высоким уровнем смертности, что свидетельствовало о дисфункциональных иммунных ответах [5].

Ранее нами была показана возможность использования инновационных гематологических параметров воспаления — активированных нейтрофилов (NEUT-GI — интенсивность зернистости нейтрофилов; NEUT-RI — интенсивность реактивности нейтрофилов) и лимфоцитов (RE-LYMP — реактивные лимфоциты; AS-LYMP — лимфоциты, синтезирующие антитела) у пациентов в критическом состоянии для диагностики сепсиса [7], для оценки прогностического риска развития бактериальной [8] и вирусной инфекции [9].

Кроме того, недавно мы обнаружили, что гематологические параметры воспаления у пациентов с инфекцией коррелируют с выживаемостью [10, 11]. При этом предикторы летального исхода генерализованного воспалительного процесса зависят от этиологического фактора [11].

Понимание взаимосвязи между значениями гематологических параметров воспаления и температурными реакциями может позволить фенотипировать сепсис у постели больного.

Цель исследования — определить, имеют ли количественные характеристики гематологических параметров воспаления и температурные реакции устойчивые взаимосвязи у инфицированных пациентов.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Сбор данных

Исследование проводилось в ГБУЗ «Кузбасский клинический центр охраны здоровья шахтеров имени святой великомученицы Варвары» (далее — центр) (г. Ленинск-Кузнецкий) на 550 коек.

Ретроспективный анализ охватывал период с января 2020 г. по декабрь 2024 г. и включил 208 пациентов с генерализованным воспалением бактериальной этиологии, находившихся в отделении реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ) центра.

Пациенты были включены в исследование в случае установления источника инфекции и ее микробиологического подтверждения, а также при обнаружении микроорганизмов в стерильных в норме тканях. Основные диагнозы при поступлении — политравма, пнев-

мония, перитонит, флегмона, эндо-
бронхит, нагноение травм, остео-
миелит. Пациентам проводилось
лечение в соответствии со стан-
дартами и протоколами оказания
медицинской помощи (хирургиче-
ское вмешательство, антибиотики
широкого спектра действия, инфу-
зионная терапия, вазопрессоры по
показаниям).

Пациенты в возрасте до 18 лет и
с рецидивирующими инфекциями
кожи и мягких тканей были исклю-
чены.

Информированное согласие па-
циентов (или их близких родствен-
ников — в случае ограниченной
способности больного к общению)
было получено и соответствовало
этическим принципам Хельсинк-
ской декларации (2013 г.), «Пра-
вилам клинической практики в
Российской Федерации» (Приказ
Минздрава РФ от 19.06.2003 г.
№ 266). Исследование было одо-
брено этическим комитетом центра.

Все необходимые переменные
(демографические данные, харак-
теристики пациентов и заболева-
ний, коморбидный статус, клини-
ческие исходы), используемые в
этом исследовании, индивидуально
для каждого пациента были полу-
чены из базы данных Медицинской
информационной системы (МИС)
центра.

Когорты пациентов

Для подтверждения, высказанно-
го предположения мы использова-
ли ретроспективные данные гемато-
логических параметров воспаления
от двух разных когорт инфициро-
ванных пациентов: 120 пациентов
с сепсисом (когорты 1) и 88 паци-
ентов с бактериемией, вызванной
Staphylococcus aureus (когорты 2)
[11]. Наличие признаков сепсиса
выявляли в соответствии с крите-
риями Сепсис-3 [2]. Учет случаев
проводили в первые сутки пребы-
вания в ОРИТ.

Эти две когорты различались
типом возбудителя. Обоснованием
использования данных активации
клеточных популяций лейкоцитов
от двух разных когорт служит факт
значительного увеличения статуса
активации нейтрофилов (NEUT-RI
и NEUT-GI) у пациентов с
сепсисом [7–11] и необходимость

исследования наличия устойчивых
взаимосвязей функциональной ак-
тивности нейтрофилов с различны-
ми температурными реакциями ор-
ганизма, несмотря на клинические
различия.

Классификация пациентов по температурным реакциям (субфенотипам)

Поскольку в этом исследовании
все пациенты имели внебольнич-
ную инфекцию, для создания более
однородных когорт были использо-
ваны пиковые значения температу-
ры тела пациентов в течение 24 ча-
сов пребывания в ОРИТ в те же
сутки, когда было получено микро-
биологическое подтверждение на-
личия инфекционного агента в био-
логическом материале (культуры
крови, посевы из ран и т. д.), т. е.
время измерения температуры тела
определялось как время обнаруже-
ния микроорганизмов. Нефизиоло-
гические данные температуры тела
были исключены (< 32 и > 44 °C)
[4, 12].

Были сформированы три группы
пациентов в каждой из когорт, с
различными температурными реак-
циями (субфенотипами) с учетом
значений температуры тела: 1) «ги-
пертермические» реакции — паци-
енты с повышенной температурой
тела, 2) «нормотермические» ре-
акции — пациенты с нормальной
температурой тела, 3) «гипотер-
мические» реакции — пациенты с
низкой температурой тела. Паци-
енты, которые умерли в течение
24-часового периода измерения
температуры тела, были исклю-
чены из анализа. Таким образом,
пациенты были классифицированы
по температурным субфенотипам:
«гипертермические» (когорты 1,
 $n = 37$; когорты 2, $n = 37$), «нор-
мотермические» (когорты 1, $n = 54$;
когорты 2, $n = 31$), «гипотермиче-
ские» (когорты 1, $n = 29$; когорты 2,
 $n = 20$).

Клинико-функциональная оценка

Анализировали демографические
данные (возраст, пол), коморбид-
ный статус (сопутствующие забо-
левания), температуру тела в под-
мышечных впадинах (Т, °C), для
оценки органной дисфункции была
использована шкала SOFA, показав-

тели продолжительности пребыва-
ния и летальность в ОРИТ.

Лабораторные методы исследования

Образцы периферической ве-
нозной крови, собранные в про-
бирки с антикоагулянтом К₃ЭДТА
(Becton Dickinson), исследовали
на гематологическом анализаторе
Sysmex XN-1000 (Sysmex, Япо-
ния). Оценивали основные па-
раметры, включающие подсчет
лейкоцитов, абсолютного и отно-
сительного количества нейтрофи-
лов, незрелых гранулоцитов (IG),
а также расширенные параметры
воспаления (NEUT-GI — ин-
тенсивность зернистости нейтро-
филов; NEUT-RI — интенсив-
ность реактивности нейтрофилов;
RE-LYMP — подсчет реактивных
лимфоцитов; AS-LYMP — подсчет
лимфоцитов, синтезирующих анти-
тела). Скорость оседания эритро-
цитов (СОЭ) определяли метом
Вестергрена.

В одновременно полученных об-
разцах сыворотки крови определя-
ли С-реактивный белок (СРБ) на
аналитической модульной платфор-
ме (Cobas 6000 SWA, Швейцария),
интерлейкины (ИЛ)-1, 6, 2R
(Immulate One, США). D-димер
определяли на автоматизированной
системе гемостаза (STA Compact
Max, Франция).

Статистический анализ

Статистическую обработку по-
лученных данных проводили с ис-
пользованием пакета программ об-
работки статистических данных об-
щественных наук версии 21 «IBM
SPSS Statistics 21» (Statistical
Product and Service Solutions —
SPSS).

Качественные признаки представ-
лены в виде абсолютных и отно-
сительных (%) значений. Количе-
ственные переменные представле-
ны в виде средних арифметических ве-
личин (М) и квадратичного откло-
нения средних арифметических ве-
личин (SD), в виде Me (LQ–UQ),
где Me — медиана, (LQ–UQ) —
интерквартильный разброс (IQR)
(LQ — 25%, UQ — 75% квартили).
Для проверки характера распреде-
ления полученных количественных
показателей использовали крите-

рий Колмогорова — Смирнова. Дисперсионный анализ (ANOVA) использовали для определения межгрупповых и внутригрупповых различий, нормальность распределения проверяли с использованием критерия Краскала — Уоллиса (Kruskal–Wallis H-test). Исходя из средних квадратов отклонений внутри групп и между ними с учетом соответствующих степеней свободы, определяли значения критерия Фишера (F-критерий). Различия между группами по количественным признакам выявляли с помощью непараметрического U-критерия Манна — Уитни. Для сравнения качественных показателей использовали точный критерий Фишера и χ^2 -тест. Описание корреляционных связей между параметрами осуществляли с помощью коэффициента ранговой корреляции Спирмена (ρ).

Критический уровень значимости (α) при проверке статистических гипотез принимался равным 0,05. При $p < 0,05$ различия считали значимыми.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Общая характеристика субфенотипов температурных реакций

Анализ изменений температуры тела у пациентов, включенных в исследование ($n = 208$) в течение 24 часов при микробиологическом подтверждении инфекции показал, что у большинства пациентов

(36 %) выраженная «гипертермическая» реакция характеризовалась самыми высокими средними, минимальными и максимальными значениями температуры тела: Ме (IQR) 38,4 (37,1–39,5) °C, а также более коротким временем достижения пика максимальной температуры тела на 26 % ($p < 0,001$) (табл. 1). «Нормотермические» реакции отмечали у 41 % пациентов без проявлений лихорадки, у 23 % пациентов наблюдалась «гипотермическая» реакция, поскольку было зарегистрировано наименьшее среднее значение температуры тела: Ме (IQR) 35,9 (34,5–36,0) °C ($p < 0,001$) (табл. 1).

Демографические и клинические характеристики субфенотипов температурных реакций у пациентов с сепсисом (когорта 1) и бактериемией *S. aureus* (когорта 2)

При ретроспективном сравнении двух исследуемых когорт пациенты с сепсисом (когорта 1, $n = 120$) были старше (Ме (IQR) 65 (55–74) против 62 (50–68) лет, $p = 0,02$), имели более высокую степень тяжести заболевания (SOFA, Ме (IQR) 11 (8–13) против 4 (2–5), $p < 0,001$), более высокий уровень летальности (35 против 9,1 %, $p < 0,001$), частота развития бактериемии в когорте 1 оказалась в 2,3 раза меньше ($p < 0,001$) по сравнению с пациентами с бактериемией *S. aureus* (когорта 2, $n = 88$).

Максимальная температура была выше у пациентов с бактериемией *S. aureus* (когорта 2), чем у больных с сепсисом (когорта 1) (38,4 против 38,0 °C; $p = 0,004$); изменение температуры за 24-часовой период (т. е. стандартное отклонение) также было выше у пациентов с бактериемией *S. aureus* (0,8 против 0,5 °C; $p = 0,004$).

Демографические, клинические внутригрупповые и межгрупповые характеристики субфенотипов температурных реакций у пациентов с сепсисом (когорта 1) и бактериемией *S. aureus* (когорта 2) представлены в таблице 2.

В когортах 1 и 2 пациенты с «гипертермическим» субфенотипом температурной реакции были самыми молодыми, соответственно Ме (IQR) 58 (41–68) и 57 (42–67) лет ($p < 0,001$) (табл. 2). Процент мужчин в группах не отличался.

Пациенты с «гипертермическими» реакциями имели самую низкую частоту всех сопутствующих заболеваний, у 43 % пациентов не было сопутствующих заболеваний, тогда как больные с «гипотермическими» реакциями имели самую высокую частоту сопутствующих заболеваний: 71 % ($p < 0,001$) (табл. 2).

Бактериemia была значительно выражена у пациентов с «гипотермической» реакцией в когорте 1 у 51 % и в когорте 2 — у 64 % ($p < 0,001$).

Внутригрупповых отличий между субфенотипами температурных

Таблица 1
Общая характеристика субфенотипов температурных реакций у пациентов с сепсисом ($n = 120$) и бактериемией *S. aureus* ($n = 88$)
Table 1
General characteristics of subphenotypes of temperature reactions in patients with sepsis ($n = 120$) and *S. aureus* bacteremia ($n = 88$)

Показатель Value	Все пациенты All patients $n = 208$	Гипертермические Hyperthermic $n = 74$	Нормотермические Normothermic $n = 85$	Гипотермические Hypothermic $n = 49$	P *
Температура, °C, Ме (IQR) Temperature, °C, Me (IQR)	36.5 (35.4–37.8)	38.4 (37.1–39.5)	36.6 (35.6–37.1)	35.9 (34.5–36.0)	< 0.001
Время до максимальной температуры, часы, М (SD) Time to maximum temperature, hours, M (SD)	19.9 (20.5)	18.9 (17.8)	23.8 (21.1)	23.9 (22.2)	< 0.001

Примечание: Ме – медиана, (IQR) – интерквартильный разброс; М (SD) – среднее значение (квадратичное отклонение);

* точный критерий Фишера.

Note: Me – median, (IQR) – interquartile range; M (SD) – mean value (quadratic deviation); * Fisher's exact test.

Таблица 2

Клинико-лабораторные характеристики субфенотипов температурных реакций у пациентов с сепсисом (когорта 1) и бактериемией *S. aureus* (когорта 2)

Table 2

Clinical and laboratory characteristics of subphenotypes of temperature reactions in patients with sepsis (cohort 1) and *S. aureus* bacteremia (cohort 2)

Характеристики Characteristics	Когорта 1 (n=120) Cohort 1 (n=120)				Когорта 2 (n=88) Cohort 2 (n=88)			
Субфенотипы температуры Temperature subphenotypes	Гипер-термические Hyperthermic	Нормо-термические Normothermic	Гипотер-мические Hypothermic	p	Гипер-термические Hyperthermic	Нормо-термические Normothermic	Гипо-термические Hypothermic	p
Количество пациентов, n Number of patients, n	37	54	29	-	37	31	20	-
Возраст, лет, Me (IQR) Age, years, Me (IQR)	58 (41-68)	68 (55-76)	65 (59-73)	< 0.001	57 (42-67)	62 (58-71)	64 (59-72)	< 0.001
Мужчины, % Men, %	48	45	46	0.4	53	50	48	0.4
Сопутствующие заболевания, абс. (%) / Concomitant diseases, abs. (%)								
Хроническая сердечная недостаточность Chronic heart failure	5 (13)	9 (26)	7 (24)	0.8	6 (16)	9 (29)	4 (25)	0.8
Гипертоническая болезнь Hypertension	15 (40)	31 (57)	11 (37)	0.2	14 (37)	19 (61)	5 (25)	0.2
Хроническая обструктивная болезнь легких Chronic obstructive pulmonary disease	3 (8)	3 (5)	2 (6)	0.6	2 (5)	2 (6)	1 (5)	0.6
Сахарный диабет Diabetes mellitus	9 (24)	16 (29)	7 (24)	0.8	7 (18)	8 (25)	3 (15)	0.4
Заболевания печени Liver diseases	1 (2)	2 (3)	1 (3)	0.8	1 (2)	1 (3)	0 (0)	0.8
Заболевания почек Kidney diseases	5 (13)	8 (14)	5 (17)	0.2	5 (13)	4 (12)	2 (10)	0.2
Онкологические заболевания Oncological diseases	6 (16)	10 (52)	7 (24)	0.04	5 (13)	6 (19)	2 (10)	0.2
Оценка органной недостаточности, SOFA, Me (IQR) Organ failure assessment, SOFA, Me (IQR)	7 (6-10)	9 (8-13)	11 (7-13)	0.2	9 (8-11)	11 (8-13)	12 (7-13)	0.2
Бактериемия, n (%) Bacteremia, n (%)	19 (51)	20 (37)	7 (24)	< 0.001	24 (64)	15 (48)	9 (45)	< 0.001
Длительность пребывания в ОРИТ, дни, n, Me (IQR) ICU stay, days, n, Me (IQR)	18 (9-24)	12 (7-15)	9 (6-15)	0.03	16 (7-21)	11 (6-15)	10 (7-16)	0.03
Летальность, n (%) Mortality, n (%)	7 (18)	16 (29)	15 (51)	0.1	4 (10)	4 (12)	2 (10)	0.1

СОЭ, мм/ч, Me (IQR) ESR, mm/h, Me (IQR)	77 (68-87)	71 (65-77)	66 (60-80)	< 0.001	75 (69-79)	70 (68-84)	68 (63-75)	< 0.001
СРБ, мг/л, Me (IQR) CRP, mg/l, Me (IQR)	173 (150-210)	106 (90-130)	84 (75-140)	< 0.001	175 (155-210)	131 (110-165)	99 (78-150)	< 0.001
Лейкоциты в крови > 12×10 ⁹ /л, % White blood cell count > 12×10 ⁹ /l, %	62	59	56	< 0.001	60	58	52	< 0.001
Интенсивность реактивности нейтрофилов (NEUT-RI), FI, Me (IQR) Neutrophil reactivity intensity (NEUT-RI), FI, Me (IQR)	82 (60-112)	49 (35-55)	53 (50-58)	< 0.05	78 (60-110)	51 (38-65)	55 (50-60)	< 0.05
Интенсивность зернистости нейтрофилов (NEUT-GI), SI, Me (IQR) Neutrophil granularity intensity (NEUT-GI), SI, Me (IQR)	170 (163-180)	140 (134-163)	130 (120-156)	< 0.05	175 (163-180)	150 (138-165)	128 (120-150)	< 0.05
Незрелые гранулоциты (IG), %, Me (IQR) Immature granulocytes (IG), %, Me (IQR)	15 (7-28)	0.9 (0-1.1)	1.2 (0.1-3.2)	< 0.001	18 (8-30)	1.2 (0-1.6)	0.8 (0-1.5)	< 0.001
Интерлейкин-1, пг/мл, Me (IQR) Interleukin-1, pg/ml, Me (IQR)	20 (5-35)	12 (2-28)	15 (3-29)	< 0.05	22 (2-38)	15 (7-33)	12 (5-30)	< 0.05
Интерлейкин-6, пг/мл, Me (IQR) Interleukin-6, pg/ml, Me (IQR)	280 (250-300)	110 (100-150)	34 (20-50)	< 0.05	300 (250-400)	140 (125-160)	40 (18-50)	< 0.05
Интерлейкин-2R, МЕ/л, Me (IQR) Interleukin-2R, IU, Me (IQR)	2100 (2000-3000)	630 (600-750)	810 (500-900)	< 0.05	2500 (1700-3500)	710 (580-950)	820 (700-1000)	< 0.05
D-димер, мкг/мл, Me (SD) D-dimer, µg/ml, Me (SD)	9.54 (8.7)	4.1 (2.5-5.1)	0.78 (0.56)	< 0.05	6.2 (3.8-9.5)	4.2 (0.8-9.5)	1.7 (1.3-2.2)	< 0.05

Примечание: Me – медиана, (IQR) – интерквартильный разброс; M (SD) – среднее значение (квадратичное отклонение);
* точный критерий Фишера и χ^2 -тест.

Note: Me – median, (IQR) – interquartile range; M (SD) – mean value (square deviation); * Fisher's exact test and χ^2 -test.

реакций когорты 1 и когорты 2 зарегистрировано не было в динамической оценке органной недостаточности (SOFA) и летальности (табл. 2), хотя пациенты в исследуемых когортах имели относительно высокий уровень летальности, что могло свидетельствовать о дисфункциональных иммунных ответах.

Лабораторные маркеры воспаления субфенотипов температурных реакций у пациентов с сепсисом (когорта 1) и бактериемией *S. aureus* (когорта 2)

В когортах 1 и 2 пациенты с «гипертермическим» субфенотипом температурной реакции имели самую высокую частоту лейкопении и лейкоцитоза, а также высокие зна-

чения СОЭ и уровни СРБ, тогда как больные с «гипотермическим» субфенотипом имели самую низкую частоту лейкопении и лейкоцитоза, а также самые низкие уровни СОЭ и СРБ (табл. 2).

При этом была обнаружена различная степень активации нейтрофилов в зависимости от субфенотипов температурных реакций. Так,

пациенты когорт 1 и 2 с «гипертермическим» субфенотипом отличались самыми высокими уровнями активации нейтрофилов, что проявлялось увеличением показателей их реактивности (NEUT-RI) и гранулярности (NEUT-GI) одновременно с увеличением количества незрелых гранулоцитов (IG), D-димера, ИЛ-1, ИЛ-2R, ИЛ-6 ($p < 0,05$) (табл. 2). В свою очередь, «гипотермические» субфенотипы исследуемых когорт показали значительное снижение уровней NEUT-RI и NEUT-GI ($p < 0,001$), ИЛ-1, ИЛ-2R, ИЛ-6 ($p < 0,01$) (табл. 2).

При ретроспективных внутригрупповых сравнениях в исследуемых когортах значимость параметров воспаления определялась различиями между «гипертермическими» и «негипертермическими» группами. У «гипотермических» пациентов были самые низкие уровни маркеров воспаления, тогда как «гипертермические» имели высокие уровни параметров воспаления.

Выявлены сильные прямые корреляционные связи между уровнями NEUT-RI, NEUT-GI, IG и «гипер-» и «гипотермическими» реакциями (коэффициенты ранговой корреляции Спирмена составили соответственно $\rho = 0,774$ ($p < 0,001$), $\rho = 0,642$ ($p < 0,05$), $\rho = 0,674$ ($p < 0,05$)).

ОБСУЖДЕНИЕ

В этом исследовании представлена сравнительная характеристика демографических, клинических показателей и уровни обычно тестируемых воспалительных маркеров (СОЭ, СРБ, D-димер, ИЛ-1, ИЛ-2R, ИЛ-6) с учетом температурных реакций в разных когортах инфицированных пациентов с сепсисом (когорта 1) и бактериемией *S. aureus* (когорта 2). Хотя эти две когорты различались по типу патогена, тяжести заболевания и выраженности количественных изменений маркеров воспаления, мы обнаружили существенные отличия изучаемых параметров в зависимости от субфенотипов температурных реакций. Так, пациенты двух исследуемых когорт с «гипертермическим» субфенотипом были самыми молодыми, у них было наи-

меньшее количество сопутствующих заболеваний и самые высокие уровни маркеров воспаления. Напротив, пациенты с «гипотермией» были самыми старыми, у них было больше всего сопутствующих заболеваний, и они имели самые низкие уровни маркеров воспаления. Обе когорты имели относительно высокий уровень летальности, что свидетельствовало о дисфункциональных иммунных ответах [4, 5]. Однако пациенты с «гипотермией» отличались наиболее низкой летальностью, что могло быть связано с потенциально благоприятным иммунным ответом [5].

По-видимому, эти данные предполагают, что первоначально устойчивый воспалительный ответ, за которым следует покой, может способствовать повышению выживаемости у пациентов с выраженной гипотермией, о чем было сообщено ранее в работах [4, 5, 12], а также продемонстрирована связь между низкими уровнями ключевых воспалительных цитокинов у пациентов с «гипотермическими» реакциями [4, 5, 13].

Насколько нам известно, это первое исследование, в котором сообщается об устойчивой взаимосвязи между значениями гематологических параметров воспаления — функциональной активностью нейтрофилов (NEUT-RI, NEUT-GI, IG) и температурными реакциями у инфицированных пациентов.

В нашем исследовании мы обнаружили, что «гипертермические» пациенты в когортах 1 и 2 по сравнению с «гипотермическими» соответственно имели максимальные уровни NEUT-RI (в 1,5 и 1,4 раза выше, $p < 0,05$), NEUT-GI (в 1,3 и 1,4 раза выше, $p < 0,05$), IG (в 12,5 и 22,5 раза выше, $p < 0,001$) (табл. 2). Кроме того, показано наличие устойчивой положительной взаимосвязи между количественными характеристиками гематологических параметров воспаления (NEUT-RI, NEUT-GI, IG) и температурными реакциями у инфицированных пациентов, что может позволить фенотипировать сепсис у постели больного.

В то же время необходимо отметить, что представленное исследова-

ние имеет несколько ограничений. Во-первых, это одноцентровое исследование, что может ограничить возможность обобщения полученных данных. Во-вторых, с учетом небольшой группы пациентов с сепсисом и с бактериемией *S. aureus* нам не удалось оценить роль типа патогена в количественных изменениях гематологических параметров воспаления. В-третьих, в исследуемых когортах значительно отличалось время достижения пика максимальной температуры, что могло оказывать влияние на количественные изменения расширенных параметров воспаления гематологического анализа у пациентов исследуемых когорт. Следовательно, необходимы дальнейшие исследования со стандартизированным временем забора крови для окончательного сравнения между когортами и оценки прогностических рисков.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполненное исследование показало, что «гипертермические» реакции в двух разных когортах инфицированных пациентов с сепсисом и бактериемией *S. aureus* сопровождалась самыми высокими значениями активации реактивности и гранулярности нейтрофилов (NEUT-RI и NEUT-GI), незрелых гранулоцитов (IG), несмотря на различия в типах патогенов и тяжести заболевания. В отличие от пациентов с «гипертермическим» субфенотипом температурных реакций, «гипотермические» демонстрировали самые низкие средние значения параметров воспаления (NEUT-RI, NEUT-GI и IG).

Субфенотипы температурных реакций коррелируют с гематологическими параметрами воспаления (NEUT-RI, NEUT-GI, IG), что может быть использовано для фенотипирования сепсиса у постели больного.

Информация о финансировании и конфликте интересов

Исследование не имело спонсорской поддержки. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтных интересов, связанных с публикацией данной статьи.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- De Backer D, Deutschman CS, Hellman J, Myatra SN, Ostermann M, Prescott HC, et al. Surviving Sepsis Campaign research priorities 2023. *Crit Care Med.* 2024;52(2):268-296. DOI: 10.1097/CCM.0000000000006135.
- Singer M, Deutschman CS, Seymour CW, Shankar-Hari M, Annane D, Bauer M, et al. The Third International Consensus Definitions for Sepsis and Septic Shock (Sepsis-3). *JAMA.* 2016; 315(8):801-810. DOI: 10.1001/jama.2016.0287.
- Evans L, Rhodes A, Alhazzani W, Antonelli M, Coopersmith CM, French C, et al. Surviving Sepsis Campaign: international guidelines for management of sepsis and septic shock 2021. *Critical Care Medicine.* 2021; 49(11):e1063-e1143. DOI: 10.1097/CCM.0000000000005337.
- Bhavani SV, Carey KL, Gilbert ER, Afshar M, Verhoef HA et al. Identifying novel sepsis subphenotypes using temperature trajectories. *American Journal of Respiratory and Clinical Care Medicine.* 2019; 200 (3). ORCID: 0000-0002-9640-6720 (S.V.B.); DOI: 0000-0002-1502-5468 (P.A.V.).
- Bhavani SV, Wolfe KS, Hrusch CL, Greenberg JA, Krishack PA, Lin J, et al. Temperature trajectory subphenotypes correlate with immune responses in patients With Sepsis. *Crit Care Med.* 2020;48(11):1645-1653. DOI: 10.1097/CCM.0000000000004610.
- Ustyantseva IM, Agadzhanyan VV. Comments on the new international recommendations for the treatment of sepsis and septic shock SSC 2021: what changed in clinical and laboratory diagnosis. *Polytrauma.* 2022; (2): 6-17. Russian (Устьянцева И. М., Агаджанян В. В. Комментарии к новым международным рекомендациям по лечению сепсиса и септического шока SSC 2021: что изменилось в клинической и лабораторной диагностике // Политравма. 2022. № 2. С.6-17.)
- Ustyantseva IM, Khokhlova OI, Golosheumov NP, Agadzhanyan VV. Innovative laboratory techniques in sepsis diagnosis. *Polytrauma.* 2018; (1): 52-59. Russian (Устьянцева И. М., Хохлова О. И., Голошумов Н. П., Агаджанян В. В. Инновационные лабораторные технологии в диагностике сепсиса // Политравма. 2018. № 1. С.52-59.)
- Ustyantseva IM, Kulagina EA, Aliev AR, Agadzhanyan VV. A relationship of extended inflammation parameters of hematological analysis (NEUT-RI, NEUT-GI, RE-LYMP, AS-LYMP) with risk of infection in polytrauma. *Polytrauma.* 2019; (3): 6-15. Russian (Устьянцева И. М., Кулагина Е. А., Алиев А. Р., Агаджанян В. В. Взаимосвязь расширенных параметров воспаления гематологического анализа (NEUT-RI, NEUT-GI, RE-LYMP, AS-LYMP) с риском развития инфекции при политравме // Политравма. 2019. № 3. С. 6-15.)
- Ustyantseva IM, Zinchenko MA, Guselnikov YuA, Kulagina EA, Aliev AR, Agadzhanyan VV. SARS-COV-2. Inflammation markers. *Polytrauma.* 2020; (4): 35-43. Russian (Устьянцева И. М., Зинченко М. А., Гусельникова Ю. А., Кулагина Е. А., Алиев А. Р., Агаджанян В. В. SARS-COV-2. Маркеры воспаления // Политравма. 2020. № 4. С. 35-43.)
- Ustyantseva IM, Zinchenko MA, Kulagina EA, Aliev AR, Agadzhanyan VV. Clinical and laboratory features of systemic inflammation syndrome with consideration of etiology of infectious process (viral and bacterial). *Polytrauma.* 2021; (3): 17-27. Russian (Устьянцева И. М., Зинченко М. А., Кулагина Е. А., Алиев А. Р., Агаджанян В. В. Клинико-лабораторные особенности синдрома системного воспаления с учетом этиологии инфекционного процесса (вирусной и бактериальной) // Политравма. 2021. № 3. С. 17-27.)
- Ustyantseva IM, Khokhlova OI, Kulagina EA, Agadzhanyan VV. Prognostic factors of mortality in generalized inflammation taking into account the etiology of the infectious process. *Polytrauma.* 2023. (1): 51-60. Russian (Устьянцева И. М., Хохлова О. И., Кулагина Е. А., Агаджанян В. В. Прогностические факторы летальности при генерализованном воспалении с учетом этиологии инфекционного процесса // Политравма. 2023. № 1. С. 51-60.)
- Agadzhanyan VV, Ustyantseva IM, Pronskikh AA, Novokshonov AV, Agalyan 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.)
- Nagin DS, Odgers CL. Group-based trajectory modeling in clinical research. *Annu Rev Clin Psychol.* 2010; 6: 109-138.

Сведения об авторах:

Устьянцева И.М., д.б.н., профессор, профессор кафедры патологической физиологии, кафедры медицинской биохимии ФГБОУ ВО КемГМУ 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.

Будаев А.В., д.м.н., профессор кафедры патологической физиологии ФГБОУ ВО КемГМУ Минздрава России, г. Кемерово, Россия.

Макшанова Г.П., д.м.н., профессор кафедры патологической физиологии ФГБОУ ВО КемГМУ Минздрава России, г. Кемерово, Россия.

Тарасова О.Л., к.м.н., доцент, заведующая кафедрой патологической физиологии ФГБОУ ВО КемГМУ Минздрава России, г. Кемерово, Россия.

Адрес для переписки:

Устьянцева И.М., ФГБОУ ВО КемГМУ Минздрава России, ул. Ворошилова 22а, г. Кемерово, Россия, 650056

E-mail: irmaust@mail.ru; kemsma@kemsma.ru

Статья поступила в редакцию 21.07.2025

Рецензирование пройдено 25.07.2025

Подписано в печать 05.08.2025

Information about authors:

Ustyantseva I.M., PhD in Biological Sciences, professor, professor of department of pathological physiology, department of medical biochemistry, Kemerovo State Medical University, Kemerovo, Russia.

Agadzhanyan V.V., MD, PhD, professor, chief researcher of Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopedics n.a. Ya.L. Tsivyan, Novosibirsk, Russia.

Budaev A.V., MD, PhD, professor of department of pathological physiology, Kemerovo State Medical University, Kemerovo, Russia.

Makshanova G.P., MD, PhD, professor of department of pathological physiology, Kemerovo State Medical University, Kemerovo, Russia.

Tarasova O.L., candidate of medical sciences, associate professor, chief of department of pathological physiology, Kemerovo State Medical University, Kemerovo, Russia.

Address for correspondence:

Ustyantseva I.M., Kemerovo State Medical University, Voroshilova St., 22a, Kemerovo, Russia, 650056

E-mail: irmaust@mail.ru; kemsma@kemsma.ru

Received 21.07.2025

Review completed 25.07.2025

Passed for printing 05.08.2025

РАСЧЕТ ОБЪЕМА ПЕРВИЧНОЙ ТАНГЕНЦИАЛЬНОЙ НЕКРЭКТОМИИ В ПЕРИОДЕ ОЖОГОВОЙ ТОКСЕМИИ У ПАЦИЕНТОВ С НИЗКИМ РИСКОМ РАЗВИТИЯ ДВС-СИНДРОМА

CALCULATION OF PRIMARY TANGENTIAL WOUND EXCISION VOLUME DURING BURN TOXEMIA IN PATIENTS WITH LOW RISK OF DIC SYNDROME DEVELOPMENT

Скакун П.В. Skakun P.V.
Алексеев С.А. Alekseev S.A.
Часнойть А.Ч. Chasnoit A.Ch.

УО «Белорусский государственный
медицинский университет»,
УЗ «Городская клиническая больница скорой
медицинской помощи»,
УЗ «11-я городская клиническая больница»,
г. Минск, Республика Беларусь

Belarusian State Medical University,
Emergency City Clinical Hospital,
11th City Clinical Hospital,
Minsk, Republic of Belarus

Цель исследования — оптимизация выбора объема первичной тангенциальной некрэктомии у пациентов с ожоговой болезнью и установленным низким риском развития ДВС-синдрома.

Материалы и методы. Проведено одноцентровое когортное ретроспективно-проспективное исследование 25 пациентов с ожоговой болезнью (19 ретроспективных, 6 проспективных случаев). Всем пациентам выполнена первичная тангенциальная некрэктомия с одномоментной аутодермопластикой. Для прогнозирования ДВС-синдрома использована предложенная нами ранее модель, объем кровопотери рассчитывался по методике НИИ Скорой помощи им. Джанелидзе.

Результаты. Применение алгоритма расчета площади первичной радикальной тангенциальной некрэктомии в периоде ожоговой токсемии, учитывающего риск развития ДВС-синдрома, объем циркулирующей крови и относительный объем кровопотери на единицу площади некрэктомии у пациентов с низким риском развития ДВС-синдрома, сопровождалось увеличением площади одномоментной некрэктомии у пациентов проспективной группы (с 7 до 14 % площади тела, $p < 0,001$), снижением количества операций, требующихся для закрытия ран ($p = 0,008$), и сокращением длительности госпитализации на 10 койко-дней ($p = 0,043$).

Заключение. Разработанный алгоритм расчета площади первичной тангенциальной некрэктомии при ожоговой болезни, учитывающий риск развития ДВС-синдрома, объем циркулирующей крови и относительный объем кровопотери на единицу площади некрэктомии у пациентов с низким риском развития ДВС-синдрома, демонстрирует высокую клиническую эффективность и позволяет увеличить объем первичной радикальной некрэктомии, снизить как количество операций, требующихся для восстановления кожного покрова, так и длительность пребывания в стационаре.

Ключевые слова: прогнозирование; ДВС-синдром; ожоговая болезнь; интраоперационная кровопотеря; тангенциальная некрэктомия

Objective — optimization preoperative planning for initial tangential excision in burn patients during acute toxemia phase with low DIC risk.

Materials and methods. This single-center study combined retrospective ($n = 19$) and prospective ($n = 6$) analysis of burn disease patients. Surgical management included primary tangential wound excision with immediate autografting. DIC risk was assessed using our predictive model, with blood loss quantified per Dzhanelidze Institute protocols.

Results. Application of the calculation algorithm for primary radical tangential necrectomy area during burn toxemia — incorporating DIC syndrome risk, circulating blood volume, and relative blood loss per unit area of wounds excisions in low-risk DIC patients led to larger wounds excisions (from 7 to 14 % of body area, $p < 0,001$), lower number of surgeries for wound closure ($p = 0.008$), and shorter stays in hospital (Δ -10 days, $p = 0.043$).

Conclusion. Our wounds excisions area calculation algorithm (integrating DIC risk, blood volume, and per-unit blood loss) shows significant clinical utility through expanded excision volumes, decreased reconstructive procedures, and reduced hospitalization duration in low-risk DIC patients.

Keywords: prediction; DIC syndrome; burn disease; intraoperative blood loss; tangential wound excision

Для цитирования: Скакун П.В., Алексеев С.А., Часнойть А.Ч. РАСЧЕТ ОБЪЕМА ПЕРВИЧНОЙ ТАНГЕНЦИАЛЬНОЙ НЕКРЭКТОМИИ В ПЕРИОДЕ ОЖОГОВОЙ ТОКСЕМИИ У ПАЦИЕНТОВ С НИЗКИМ РИСКОМ РАЗВИТИЯ ДВС-СИНДРОМА //ПОЛИТРАВМА / POLYTRAUMA. 2025. № 3. С. 14-22.

Режим доступа: <http://poly-trauma.ru/index.php/pt/article/view/601>

DOI: 10.24412/1819-1495-2025-3-14-22

Хирургическая тактика при тяжелых ожогах, предусматривающая радикальную некрэктомию с одновременной аутодермопластикой (АДП), рассматривается в качестве золотого стандарта терапии ожоговой болезни в фазе токсемии [1–3]. Определение оптимальной площади некрэктомии у пациентов с обширными глубокими ожогами остается сложной клинической проблемой, напрямую связанной с рисками как недостаточного, так и чрезмерного удаления некротизированных тканей, а также с потенциальными гемодинамическими и коагуляционными нарушениями [2, 3, 5].

При присоединении коагулопатии формируется порочный круг: хирургическое вмешательство, требующее значительного объема гемотрансфузии, провоцирует и усугубляет коагулопатию, которая, в свою очередь, усугубляется массивной интраоперационной кровопотерей [2, 4, 6]. В связи с этим актуальной задачей является разработка объективных критериев, позволяющих определять площадь первичной радикальной некрэктомии за счет применения статистически валидированных прогностических моделей и созданных на их основе алгоритмов.

Цель работы — оптимизация выбора объема первичной тангенциальной некрэктомии у пациентов с ожоговой болезнью и установленным низким риском развития ДВС-синдрома.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Соответствие нормам этики

Исследование проведено в соответствии с Хельсинской декларацией Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» с поправками 2024 г., информированным согласием субъектов исследования (представителя) на участие в исследовании, будет содержать сведения согласно Закону «О защите прав и достоинств человека в биомедицинских исследованиях в государствах СНГ» (принят Межпарламентской Ассамблеей СНГ 18.11.2005 № 26-10).

Исследование рассмотрено и одобрено независимым этическим ко-

митетом УЗ «Городская клиническая больница скорой медицинской помощи» и Комитетом по биомедицинской этике УО «Белорусский государственный медицинский университет».

От всех пациентов, участвовавших в научном и клиническом исследовании, получено письменное добровольное информированное согласие.

Обследование и лечение пациентов с ожоговой болезнью проводилось в соответствии с клиническим протоколом диагностики, лечения и медицинской реабилитации пациентов с термическими поражениями и их последствиями.

Критерии включения/исключения и исключения пациентов из исследования представлены в таблице 1.

Дизайн исследования

Исследование является одноцентровым когортным ретроспективно-проспективным. На первом этапе выполнен анализ медицинской документации пациентов с ожоговой болезнью ($n = 19$), проходивших стационарное лечение в Республиканском ожоговом центре на базе УЗ «Городская клиническая больница скорой медицинской помощи» в 2019–2024 гг. На втором этапе в лечении пациентов проспективной группы ($n = 6$) был использован разработанный алгоритм.

Всем пациентам в периоде ожоговой токсемии ожоговой болезни проведена первичная радикальная тангенциальная некрэктомия с одномоментной АДП, в ходе которой некротизированные ткани иссекали послойно до жизнеспособных. С целью снижения интраоперационной кровопотери перед началом выполнения некрэктомии под ожоговый струп вводили физиологический раствор с эпинефрином. АДП выполнялась расщепленными (0,2–0,3 мм) перфорированными (1 : 4) аутодермотрансплантатами. Кроме того, для снижения интраоперационной кровопотери при заборе кожных трансплантатов выполняли местную инфильтрацию донорских зон физиологическим раствором с эпинефрином.

Прогнозирование развития ДВС-синдрома в периоде ожоговой

токсемии осуществлялось по предложенной ранее модели прогнозирования [5].

С целью определения объема интраоперационной кровопотери у всех пациентов была использована формула НИИ Скорой помощи им. И.И. Джанелидзе [7].

Для планирования объема первичной тангенциальной некрэктомии применен разработанный нами алгоритм (рис. 1).

На первом этапе при использовании алгоритма определяли риск развития ДВС-синдрома в периоде ожоговой токсемии ожоговой болезни согласно инструкции МЗ РБ № 113-1124, с учетом мультипликативного эффекта характеристики травмы (общей площади ожоговых ран, площади глубоких ожоговых ран, степени тяжести термоингаляционной травмы), возраста, физических данных (частоты сердечных сокращений), указывающих на тяжесть шока, осуществляли лабораторную оценку показателя деградации фибрина (Д-димера). В результате применения способа прогнозирования ДВС-синдрома пациенту устанавливалась одна из трех категорий риска развития данного состояния: низкая (при вероятности 0,1 и менее), средняя (при вероятности 0,11–0,3) и высокая (при вероятности 0,31 и более).

Следующим этапом персонализировано рассчитывалась необходимая площадь некрэктомии на основании предполагаемого объема интраоперационной кровопотери.

Статистический анализ

Характер распределения количественного признака определяли с помощью критерия Колмогорова — Смирнова (K). Количественные показатели исследования были представлены медианой и квартилями в виде Me (Q25; Q75). Сравнение количественных показателей в двух независимых группах проводилось с помощью U-критерия Манна — Уитни. Качественные показатели представлены частотами и процентами в группе. При исследовании таблиц сопряженности использовался критерий χ^2 , в случае нарушения предположений, лежащих в его основе, применялся точный критерий Фишера. Для опре-

деления взаимосвязи двух количественных показателей использован коэффициент Спирмена (ρ). Для оценки тесноты, или силы корреляционной связи применена таблица Чеддока.

Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез в данном исследовании принимался равным 0,05.

Все расчеты проводились в статистическом пакете R, версия 4.3.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Основные характеристики пациентов ретроспективной и проспективной групп представлены в таблице 2.

Статистически значимых различий по социально-эпидемиологическим показателям (возрасту, полу, весу, индексу массы тела (ИМТ)), характеристикам травмы (индексу Баух, общей площади ожоговых ран, площади глубоких ожоговых

ран, термоингаляционной травме (ТИТ)) среди пациентов в группах сравнения не было выявлено (табл. 2). Наблюдались статистически значимые различия в группах сравнения по индексу тяжести поражения (ИТП). Не было также обнаружено статистически значимых различий в группах сравнения по виду повреждающего агента.

У всех пациентов в периоде ожоговой токсемии ожоговой болез-

Таблица 1
Критерии включения/невключения и исключения пациентов из исследования
Table 1
Inclusion and patient exclusion criteria for the study

Критерии включения / Inclusion criteria	
Возраст / Age	Старше 18 лет / More than 18 years
Тяжесть ожоговой травмы Severity of burn injury	Индекс тяжести поражения более 30 единиц тяжести поражения Injury severity index more than 30 units of severity of damage
Время от травмы до госпитализации Time from injury to hospitalization	Не более 24 часов Not more than 24 hours
Сопутствующая патология Associated pathology	Отсутствие у субъекта исследования коронавирусной инфекции SARS-COVID-19, врожденных заболеваний системы гемостаза, злокачественных новообразований The study subject should not have SARS-COVID-19 coronavirus infection, congenital diseases of the hemostasis system, or malignant neoplasms
Риск развития ДВС-синдрома в периоде ожоговой токсемии Risk of developing DIC syndrome during burn toxemia	Низкий риск (вероятность 0,1 и менее согласно модели прогнозирования ДВС-синдрома) [5] Low risk (probability 0.1 or less according to the DIC prediction model) [5]
Критерии неключения / Non-inclusion criteria	
Возраст / Age	Менее 18 лет / Less than 18 years
Тяжесть ожоговой травмы Severity of burn injury	Индекс тяжести поражения менее 30 единиц тяжести поражения Injury severity index less than 30 units of severity of damage
Сочетанная травма Combined injury	Ожоги, осложненные тяжелой травмой (тяжелая ЧМТ, травмы грудной клетки, брюшной полости, таза или длинных трубчатых костей) Burns complicated by severe trauma (severe TBI, chest, abdominal, pelvic or long bone injuries)
Сопутствующая патология и прием антикоагулянтов Concomitant pathology and anticoagulant use	Предрасполагающая склонность к кровотечениям или применение антикоагулянтов до получения ожоговой травмы, наличие в анамнезе, заболеваний крови (например, гемофилия, идиопатическая тромбоцитопеническая пурпура и болезнь фон Виллебранда) и злокачественные новообразования, диагностированная коронавирусная инфекция SARS-COVID-19 в период исследования Predisposing bleeding tendency or use of anticoagulants before burn injury, history of blood disorders (e.g., hemophilia, idiopathic thrombocytopenic purpura, and von Willebrand disease) and malignancies, diagnosed SARS-COVID-19 coronavirus infection during the study period
Лечение до госпитализации в Республиканский ожоговый центр Treatment before admission to the Republican Burn Center	Лечение концентрированными добавками факторов свертывания крови (например, криопреципитатом и концентрированными тромбоцитами) перед госпитализацией Treatment with concentrated clotting factor supplements (e.g., cryoprecipitate and concentrated platelets) before hospitalization
Критерии исключения / Exclusion criteria	
Летальный исход в раннем периоде Early fatality	Смерть субъекта исследования в период ожогового шока (1–3-и сутки с момента травмы). Death of the research subject during the period of burn shock (1-3 days from the moment of injury)

ни было выполнено 25 первичных тангенциальных некрэктомий. Особенности оперативного лечения у пациентов с ожоговой токсемией в группах сравнения представлены в таблице 3.

Наблюдались статистически значимые различия в группах сравнения по площади иссекаемых некротизированных тканей, что обусловлено применением алгоритма для планирования объема оперативного

вмешательства. У пациентов проспективной группы площадь некрэктомии была больше, чем в ретроспективной группе ($p \leq 0,001$). Статистически значимых различий в группах сравнения по площади

Рисунок 1

Метод расчета площади первичной радикальной тангенциальной некрэктомии в периоде ожоговой токсемии в зависимости от степени риска развития ДВС-синдрома

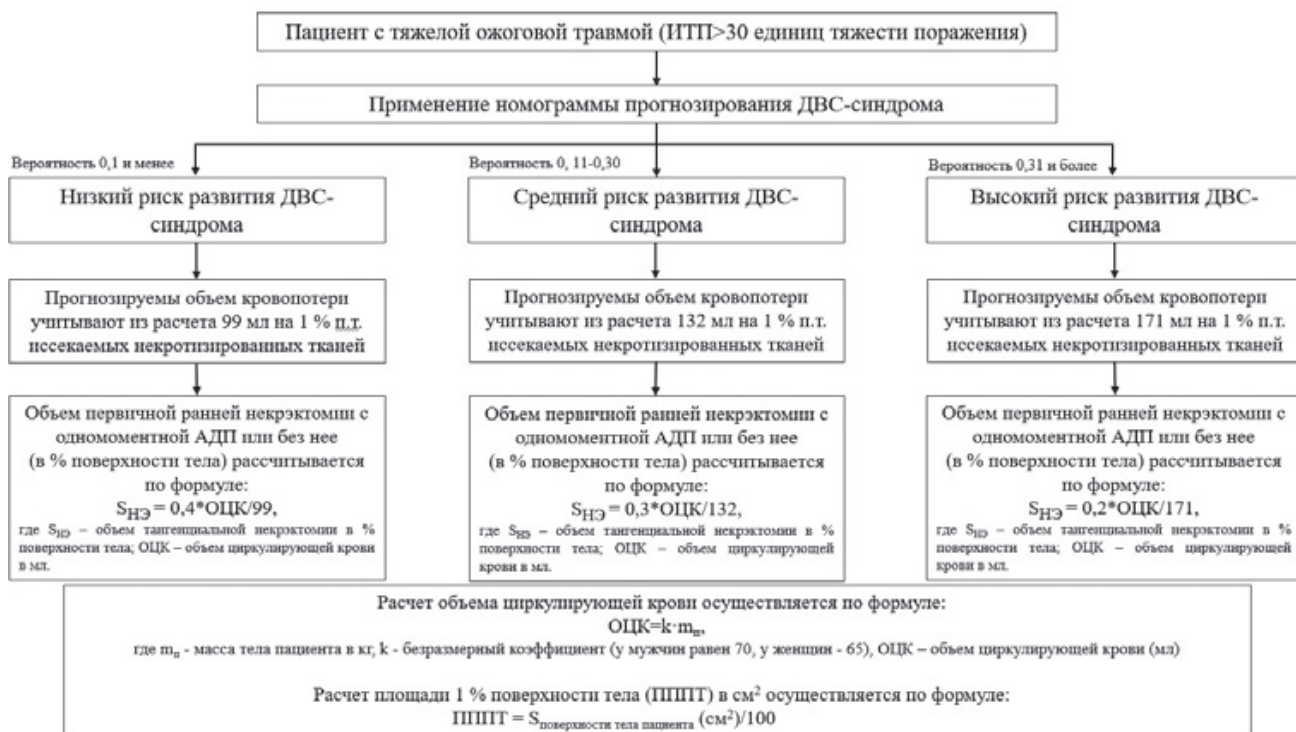
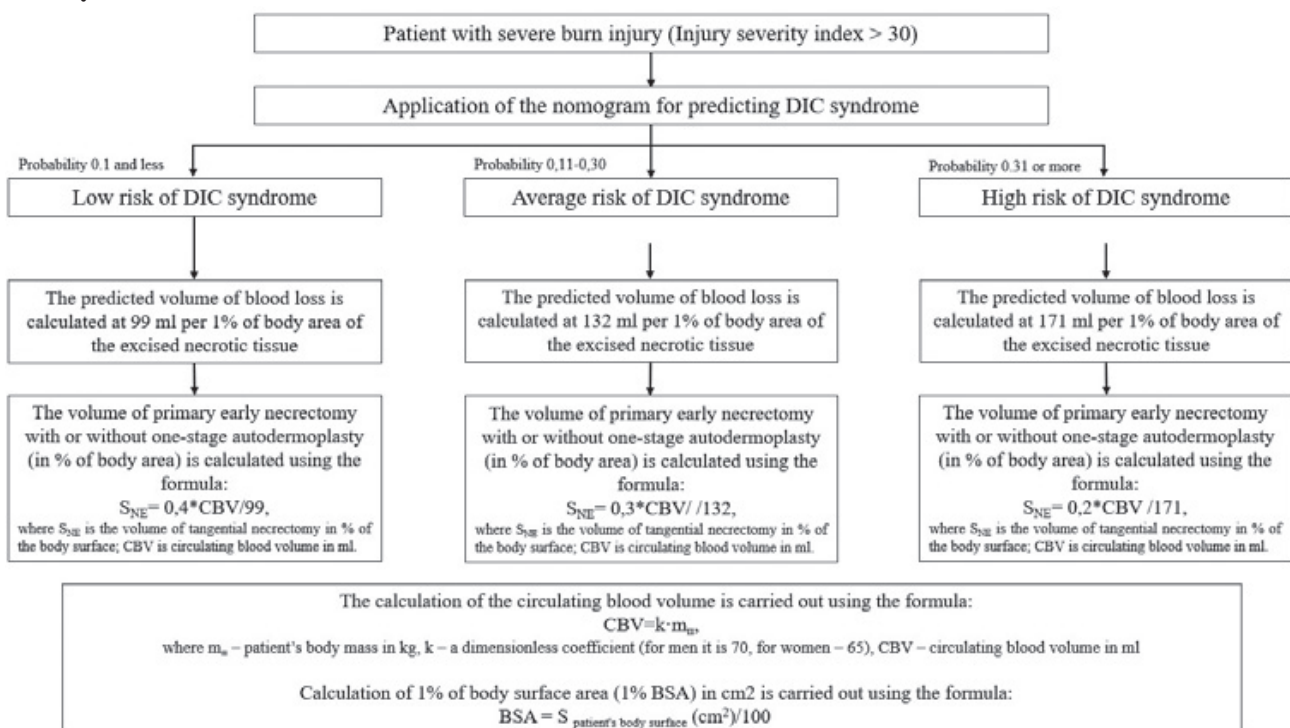


Figure 1

Calculation method for the area of primary radical tangential wound excision during burn toxemia based on DIC-syndrome risk assessment



одномоментной АДП, длительности операции выявлено не было.

Результаты расчета объема интраоперационной кровопотери представлены в таблице 4.

У пациентов проспективной группы наблюдался статистически значимо больший уровень абсо-

лютной кровопотери ($p < 0,001$) и относительной кровопотери по объему циркулирующей крови (ОЦК) ($p < 0,001$), данные представлены на рисунке 2. Не наблюдалось статистически значимых различий в группах исследования по уровню относительной кровопотери на 1 %

площади тела и 1 см² иссекаемых тканей ($p = 0,633$ и $p = 0,390$ соответственно), что напрямую обусловлено применением представленного алгоритма.

Важное значение имеет объем перенесенной трансфузии в первые сутки после оперативного вме-

Таблица 2
Основные характеристики групп исследования (n = 25)
Table 2
Main characteristics of research groups (n = 25)

Признак Sign	Проспективная группа Prospective group (n = 6)	Ретроспективная группа Retrospective group (n = 19)	p
Социально-эпидемиологические характеристики / Social and epidemiological characteristics			
Возраст, годы / Age, years, Me (Q25; Q75)	57 (55; 85)	43 (36; 59)	0.142
Рост, см / Height, cm, Me (Q25; Q75)	172 (164; 172)	174 (164; 178)	0.610
Вес, кг / Weight, kg, Me (Q25; Q75)	76 (70; 80)	75 (63; 89)	0.975
Пол (мужчины/женщины) / Sex (male/female), n (%)	3/3 (50/50)	14/5 (73.7/26.3)	0.344
Индекс массы тела, кг/см ² / Body mass index, kg/cm ² , Me (Q25; Q75)	26.0 (25.8; 26.6)	24,9 (22.9; 29.7)	0.390
Характеристики травмы / Trauma characteristics			
Индекс тяжести поражения, единиц тяжести поражения Injury severity index, Me (Q25; Q75)	67 (49; 73)	85 (66; 96)	0.036
Индекс Баух, единиц тяжести поражения Bauch index, Me (Q25; Q75)	106 (100; 117)	104 (85; 119)	0.999
Летальность, абс. (%) / Mortality, abs. (%)	1 (16.7)	6 (31.6)	0.637
Общая площадь ожоговых ран, % площади тела Total area of burn wounds, % of body area, Me (Q25; Q75)	25 (17; 32)	31 (20; 35)	0.131
Площадь глубоких ожоговых ран, % площади тела Area of deep burn wounds, % of body area, Me (Q25; Q75)	15 (12; 18)	16 (14; 20)	0.502
Термоингаляционная травма / Thermal Inhalation Injury, n (%): отсутствовала / absent I степени / I degree II степени / II degree III степени / III degree	4 (66.7) 2 (33.3) 0 (0.0) 0 (0.0)	7 (36.8) 10 (52.6) 1 (5.3) 1 (5.3)	0.199
Травмирующий агент / Traumatic agent, n (%): пламя / flame горячая жидкость / hot liquid электротермический / electrothermal	6 (100) 0 (0) 0 (0)	17 (89.5) 1 (5.3) 1 (5.3)	0.973

Таблица 3
Особенности оперативных вмешательств в группах исследования, Me (Q25; Q75) (n = 25)
Table 3
Characteristics of Surgical Interventions in Study Subgroups, Me (Q25; Q75) (n = 25)

Признак Sign	Проспективная группа Prospective group (n = 6)	Ретроспективная группа Retrospective group (n = 19)	p
Площадь некрэктомии, % площади тела Necrectomy area, % of body area	14 (12; 16)	7 (5; 9)	< 0.001
Длительность операции, мин Operation duration, min	128 (120; 145)	90 (74; 140)	0.215
Площадь аутодермопластики, % Autodermoplasty area, %	7 (0; 12)	5 (0; 7)	0.356

Таблица 4

Объем интраоперационной кровопотери при первичной некрэктомии у пациентов с ожоговой болезнью, Ме (Q25; Q75) (n = 25)

Table 4

Quantification of blood loss in primary burn wound excision, Me (Q25; Q75) (n = 25)

Признак Sign	Проспективная группа Prospective group (n = 6)	Ретроспективная группа Retrospective group (n = 19)	p
Абсолютный объем кровопотери, мл Absolute volume of blood loss, ml	1255 (1115; 1520)	722 (523; 919)	< 0.001
Объем кровопотери на 1 % площади тела иссекаемых тканей, мл Blood loss per 1 % of area of dissected tissues, ml	94 (89; 101)	100 (78; 132)	0.633
Объем кровопотери на 1 см ² иссекаемых тканей, мл Blood loss per 1 cm ² of dissected tissues, ml	0.52 (0.50; 0.54)	0.54 (0.46; 0.68)	0.390
Объем кровопотери относительно объема циркулирующей крови, % Blood loss volume in relation to total circulating blood volume, %	24 (22; 28)	14 (12; 16)	< 0.001

шательства. Проведено сравнение абсолютного объема трансфузии и объема трансфузии относительно ОЦК, которое представлено в таблице 5.

В группах исследования наблюдались статистически значимые различия как по абсолютному объему гемотрансфузии, так и по объему относительной гемотрансфузии по ОЦК. В проспективной группе пациентов потребовались большие объемы гемотрансфузии, обусловленной увеличением площади первичной тангенциальной некрэктомии.

С учетом низкой летальности для данной подгруппы пациентов для оценки эффективности применения алгоритма у больных с низким риском развития ДВС-синдрома проведено сравнение пациентов в проспективной и ретроспективной группах по длительности пребывания в стационаре, количеству оперативных вмешательств, потребовавшихся для восстановления кожного покрова. Длительность пребывания в стационаре пациентов проспективной группы составила 53 (40; 54) койко-дня, в ретроспективной группе — 64 (56; 80) койко-дня. Различия в группах были статистически значимы ($p = 0,043$).

Для оценки количества оперативных вмешательств, потребовавшихся для восстановления кожного покрова, проводили анализ только вмешательств, связанных с удалением некротизированных тканей и пластическим закрытием раневых

дефектов. Не учитывались перевязки в условиях операционной и ревизионные операции с целью остановки кровотечения и реплантации аутодермотрансплантата. Количество оперативных вмешательств, потребовавшихся для восстановления кожного покрова в проспективной группе составило 4 (4; 4), в ретроспективной группе — 6 (5; 9). Различия в группах были статистически значимы ($p = 0,008$).

Опыт использования предложенного алгоритма отражает следующий клинический пример.

КЛИНИЧЕСКИЙ ПРИМЕР

Пациент К. 75 лет травму получил при пожаре. В стационар доставлен в течение первых 24 часов с момента травмы, госпитализирован в отделение реанимации и интенсивной терапии (ожоговых пациентов) с диагнозом: *Термиче-*

Рисунок 2

Объем кровопотери относительно объема циркулирующей крови при первичном оперативном вмешательстве у пациентов с ожоговой болезнью в группах сравнения (n = 25)

Figure 2

Blood loss volume relative to circulating blood volume during primary surgical intervention in patients with burn disease across comparison groups, (n = 25)

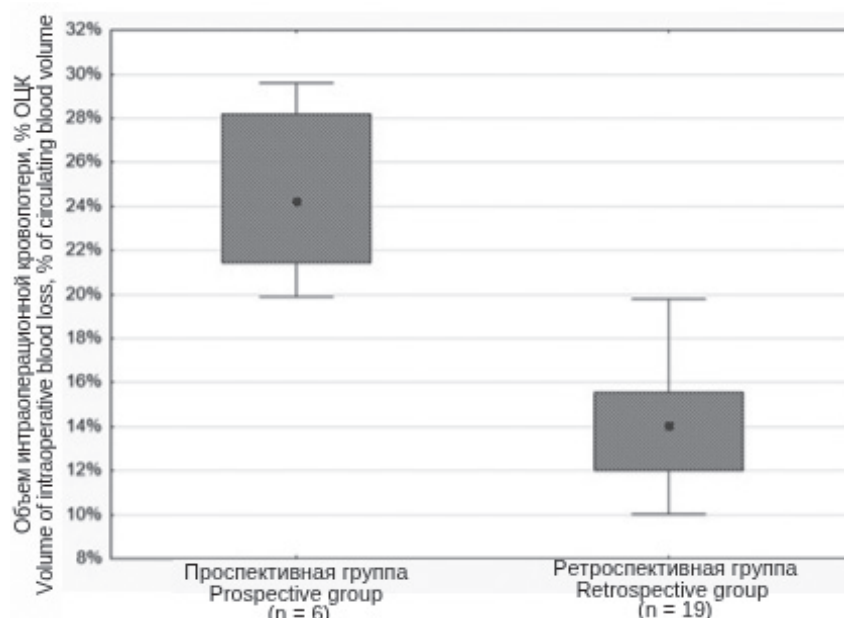


Таблица 5

Абсолютный и относительный объем трансфузии эритроцитов у пациентов групп сравнения, Ме (Q25; Q75) (n = 25)

Table 5

Absolute and relative volume of red blood cell transfusion in patients of comparison groups, Ме (Q25; Q75) (n = 25)

Признак Sign	Проспективная группа Prospective group (n = 6)	Ретроспективная группа Retrospective group (n = 19)	p
Абсолютный объем гемотрансфузии, мл Absolute volume of blood transfusion, ml	600 (300; 600)	0 (0; 210)	< 0.001
Объем гемотрансфузии относительно объема циркулирующей крови, % Volume of blood transfusion relative to total circulating blood volume, %	10 (5; 12)	0 (0; 3)	< 0.001

ский ожог пламенем ягодицы справа, обеих нижних конечностей $S = 30\%$ (18 %)/I-II-IIIAB-IV степени, ожоговая болезнь.

Вес пациента — 88 кг, рост — 182 см, ИМТ — 26,6 кг/м². Расчетный ОЦК равен 6600 мл. Частота сердечных сокращений — 87 уд/мин. Уровень D-димера при поступлении составил 505 нг/мл.

Внешний вид ран пациента на момент госпитализации представлен на рисунке 3.

Для расчета риска развития ДВС-синдрома в периоде ожоговой токсемии ожоговой болезни использована разработанная нами номограмма, после чего осуществлено суммирование полученных баллов и определение прогноза. Сумма баллов составила 70, что определило вероятность развития

ДВС-синдрома у данного пациента как 0,04 и оценено как низкая вероятность развития ДВС-синдрома в периоде ожоговой токсемии.

В соответствии с предложенным алгоритмом (рис. 2) был определен объем некрэктомии, равный: $S = 0,4 \times 6600/99 = 26,6 \approx 27\%$ площади тела.

На 4-е сутки с момента травмы, после разрешения явлений ожогового шока пациенту выполнено оперативное вмешательство — первичная некрэктомия области правой и левой нижних конечностей с одномоментной АДП (рис. 4).

Во время оперативного вмешательства иссечен некротический струп на площади 18 % площади тела (весь объем глубоких ожогов), с последующей одномоментной АДП на площади 18 % площади те-

ла (рис. 5). Длительность операции составила 130 мин.

Объем интраоперационной кровопотери составил 1955 мл, или 109 мл на 1 % площади тела иссекаемых тканей, или 0,52 мл на 1 см². При этом предполагаемый объем кровопотери на основании расчета предложенного нами алгоритма — 1638 мл, а разница составила 317 мл, или 16,2 % от реальной кровопотери.

ОБСУЖДЕНИЕ

Раннее хирургическое лечение, предполагающее радикальную некрэктомию с одномоментной АДП до развития воспаления в ране, составляет основу лечения пациентов с ожоговой болезнью в фазе токсемии. Ограничение площади одномоментного иссечения обусловлено

Рисунок 3

Фотографии внешнего вида ожоговых ран пострадавшего перед выполнением оперативного вмешательства

Figure 3
Preoperative clinical photographs of burn wound morphology



Рисунок 4

Выполнение первичной
радикальной некрэктомии

Figure 4

Surgical images demonstrating
primary radical wound excision



Рисунок 5

Интраоперационные фотографии ран пациента после выполненной
аутодермопластики

Figure 5

Surgical field documentation after autodermoeplasty



высокой травматичностью операций у данной категории больных, причем основным лимитирующим фактором служит большой объем интраоперационной кровопотери и связанный с ним риск коагулопатии, которая может оказывать значительное влияние на интраоперационную кровопотерю. Проведенное исследование выявило статистически значимые различия показателей интраоперационной кровопотери в группах с низким риском развития ДВС-синдрома.

В настоящее время принятие клинических решений о площади одномоментной некрэктомии базируется преимущественно на субъективном опыте хирургической бригады и заключениях консультантов. Разработка моделей прогнозирования и диагностики, учитывающих особенности пациента, соответствует современным критериям оказания медицинской помощи. Прогнозиро-

вание объема кровопотери и оптимальной площади иссечения позволяет оптимизировать выбор предоперационной подготовки и послеоперационное ведение пациентов, а также осуществлять объективное планирование объема и этапности оперативного вмешательства.

Ключевыми преимуществами предлагаемого алгоритма для пациентов с низким риском ДВС-синдрома является увеличение объема первичной некрэктомии на 25–30 % при сокращении количества необходимых оперативных вмешательств и уменьшении сроков госпитализации на 7–10 суток.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанный алгоритм расчета площади первичной тангенциальной некрэктомии на основании риска развития ДВС-синдрома, ОЦК и относительного объема кровопотери на единицу площади

некрэктомии демонстрирует высокую клиническую эффективность и обуславливает увеличение объема первичного вмешательства, снижение количества операций, требующихся для восстановления кожного покрова, и, соответственно, длительности стационарного лечения.

БЛАГОДАРНОСТЬ

Авторы выражают благодарность медицинскому персоналу ожогового отделения и отделения анестезиологии и реанимации для ожоговых больных с палатами интенсивной терапии, администрации УЗ «Городская клиническая больница скорой медицинской помощи» за содействие в проведении оперативных вмешательств, мониторинге пациентов и предоставлении клинических данных, что сделало возможным выполнение данного исследования.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Bogdanov SB, Karakulev AV, Afanasov IM, Mukhanov ML, Zaitseva SL, Dutov VS. Features of early surgical treatment of patients with deep burns using biological wound coverings. *Innovative Medicine of Kuban*. 2024; 9(3):54-60. Russian (Богданов С. Б., Каракулев А. В., Афанасов И. М., Муханов М. Л., Зайцева С. Л., Дутов В. С. Особенности раннего хирургического лечения пациентов с глубокими ожогами с применением биологических раневых покрытий // Инновационная медицина Кубани. 2024. Т. 9, № 3. С. 54-60. DOI:10.35401/2541-9897-2024-9-3-54-60.
2. Raghuram AC, Stofman GM, Ziembicki JA, Egro FM. Surgical Excision of Burn Wounds. *Clin Plast Surg*. 2024;51(2):233-240. DOI: 10.1016/j.cps.2023.11.002.
3. Zinoviev EV, Soloshenko VV, Kourov AS, Shapovalov SG. On the issue of tangential necrectomy in burn surgery (literature review). *Medical-biological and socio-psychological problems of safety in emergency situations*. 2020; 3:24-35. Russian (Зиновьев Е. В., Солошенко В. В., Коуров А. С., Шаповалов С. Г. К вопросу о тангенциальной некрэктомии в хирургии ожогов (обзор литературы) // Медико-биологические и социально-психологические пробле-

мы безопасности в чрезвычайных ситуациях. 2020. № 3. С. 24-35. DOI:10.25016/2541-7487-2020-0-3-24-35.)

4. Ball RL, Keyloun JW, Brummel-Ziedins K, Orfeo T, Palmieri TL, Johnson LS. Burn-induced coagulopathies: a comprehensive review. *Shock*. 2020;54(2):154-167. DOI: 10.1097/SHK.0000000000001484.
5. Skakun PV, Alekseev SA, Zhilinsky EV, Krasko OV. Prediction of the development of DIC syndrome in the early periods of burn disease. *Surgery. Eastern Europe*. 2024; 13(3):418-429. Russian (Скакун П. В., Алексеев С. А., Жилинский Е. В., Красько О. В. Прогнозирование развития ДВС-синдрома в ранних периодах ожоговой болезни // Хирургия. Восточная Европа. 2024. Т.13, № 3. С. 418-429. DOI:10.34883/Pl.2024.13.3.026.)

6. Nielson CB, Duethman NC, Howard JM, Moncure M, Wood JG. Burns: pathophysiology of systemic complications and current management. *J Burn Care Res*. 2017;38(1):e469-e481. DOI: 10.1097/BCR.0000000000000355)
7. Zinoviev EV, Wagner DO, Chukharev AE. New method for determining the volume of surgical blood loss in victims with deep burns. *Emergency surgery named after I. I. Dzhanelidze*. 2023; 2(11):31-35. Russian (Зиновьев Е. В., Вагнер Д. О., Чухарев А. Е. Новый метод определения объема операционной кровопотери у пострадавших с глубокими ожогами // Неотложная хирургия им. И.И. Джанелидзе. 2023. № 2 (11). С. 31-35. DOI: 10.54866/27129632_2023_2_31.)

Сведения об авторах:

Скакун П.В., старший преподаватель кафедры пластической хирургии и комбустиологии ИПКиПКЗ, аспирант кафедры общей хирургии УО «Белорусский государственный медицинский университет»; врач комбустиолог-хирург Республиканского ожогового центра, г. Минск, Республика Беларусь. <https://orcid.org/0009-0006-9724-0108>

Алексеев С.А., д.м.н., профессор, заведующий кафедрой общей хирургии УО «Белорусский государственный медицинский университет», г. Минск, Республика Беларусь. <https://orcid.org/0009-0004-1696-1778>

Часнойть А.Ч., к.м.н., доцент, главный внештатный комбустиолог Министерства здравоохранения Республики Беларусь; главный врач УЗ «11-я городская клиническая больница»; доцент кафедры пластической хирургии и комбустиологии ИПКиПКЗ УО «Белорусский государственный медицинский университет», г. Минск, Республика Беларусь. <https://orcid.org/0009-0009-6606-5345>

Адрес для переписки:

Скакун Павел Вадимович, УО «Белорусский государственный медицинский университет», пр. Дзержинского, 83, г. Минск, Республика Беларусь, 220083

E-mail: skakun.p.v@ya.ru

Статья поступила в редакцию 14.07.2025

Рецензирование пройдено 25.07.2025

Подписано в печать 05.08.2025

Information about authors:

Skakun P.V., senior lecturer, department of plastic surgery and combustiology of Institute for Advanced Training and Retraining of Healthcare Personnel, Belarusian State Medical University, Republic of Belarus, Minsk, burn surgeon at Republican Burn Center, Republic of Belarus, Minsk. <https://orcid.org/0009-0006-9724-0108>

Alekseev S.A., MD, PhD, professor, chief of general surgery department, Belarusian State Medical University, Minsk, Republic of Belarus. <https://orcid.org/0009-0004-1696-1778>

Chasnoyt A.Ch., candidate of medical sciences, associate professor, chief freelance combustilogist of the Ministry of Health of the Republic of Belarus, chief physician of 11th City Clinical Hospital; associate professor of department of plastic surgery and combustiology of Institute for Advanced Training and Retraining of Healthcare Personnel, Belarusian State Medical University, Minsk, Republic of Belarus. <https://orcid.org/0009-0009-6606-5345>

Address for correspondence:

Skakun Pavel Vadimovich, Belarusian State Medical University, Prospect Dzerzhinskogo, 83, Minsk, Republic of Belarus, 220083

E-mail: skakun.p.v@ya.ru

Received 14.07.2025

Review completed 25.07.2025

Passed for printing 05.08.2025



ДЛИТЕЛЬНОСТЬ ИСКУССТВЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ЛЕГКИХ У БОЛЬНЫХ С ОСТРЫМ РЕСПИРАТОРНЫМ ДИСТРЕСС-СИНДРОМОМ ПРИ РАЗНОТИПНЫХ СТРАТЕГИЯХ ПИТАНИЯ (СООБЩЕНИЕ 1)

DURATION OF MECHANICAL VENTILATION IN PATIENTS WITH ACUTE RESPIRATORY DISTRESS SYNDROME WITH DIFFERENT TYPES OF NUTRITION STRATEGIES (REPORT 1)

Клементьев А.В. Klementyev A.V.
Гирш А.О. Girsh A.O.
Степанов С.С. Stepanov S.S.
Мищенко С.В. Mishchenko S.V.
Щетина А.В. Shchetina A.V.
Измайлова Н.А. Izmailova N.A.
Черненко С.В. Chernenko S.V.

ФГБОУ ВО «Омский государственный медицинский университет» Минздрава России,

БУЗОО ГКБСМП № 1,

БУЗОО «Городская клиническая больница № 1 имени Кабанова А. Н.»,

г. Омск, Россия

Omsk State Medical University,

City Clinical Hospital of Emergency Medical Care No. 1,

City Clinical Hospital No. 1 n.a. Kabanov A.N.,

Omsk, Russia

Цель — мониторинг длительности искусственной вентиляции легких (ИВЛ) и составляющих ее режимов, а также исходов у больных с острым респираторным дистресс-синдромом (ОРДС) легкой и средней степени при разнотипных стратегиях питания.

Материалы и методы. Больные с ОРДС ранжированы на две группы, каждая из которых была разделена на шесть подгрупп в зависимости от стратегии питания. Осуществляли статистический анализ.

Результаты. В группе I отсутствовали различия по длительности ИВЛ между исследуемыми подгруппами. Не установлено различий по длительности применения режимов PSV и BIPAP между пациентами всех подгрупп. Выявлена подлинная длительность режима PSV у больных со смешанным и парентеральным питанием в отношении пациентов с энтеральным. Зафиксирована достоверная протяженность режима PSV у больных с парентеральным питанием относительно пациентов со смешанным. Идентифицировано статистически значимое увеличение продолжительности режима BIPAP у больных с энтеральным питанием относительно пациентов с парентеральным и смешанным. В группе II установлены различия по длительности ИВЛ между пациентами с энтеральным питанием и больными с парентеральным и смешанным. Выявлена подлинная длительность режима PSV между больными со смешанным и парентеральным питанием и пациентами с энтеральным. Идентифицировано статистически значимое увеличение продолжительности режима BIPAP у больных с парентеральным питанием относительно пациентов с энтеральным и смешанным. Не зафиксировано отличий длительности режима BIPAP у больных с энтеральным питанием относительно пациентов

Objective — monitoring of the duration of mechanical ventilation and its components, as well as the outcomes in patients with mild and moderate acute respiratory distress syndrome (ARDS) in different types of nutrition strategies.

Materials and methods. Patients with ARDS were ranked into two groups, which were divided into six subgroups each, based on the nutrition strategy. Statistical analysis was performed.

Results. There were no differences in the duration of mechanical ventilation between the study subgroups in the group 1. There were no differences in the duration of PSV and BIPAP regimens between patients of all subgroups. A genuine duration of the PSV regimen was revealed in patients with mixed and parenteral nutrition in relation to patients with enteral nutrition. A significant increase in the duration of BIPAP regimen in patients with enteral nutrition relative to patients with parenteral and mixed was identified. In group II, differences were established by with enteral nutrition and patients with parenteral and mixed. The true duration of the PSV regimen between patients with mixed and parenteral nutrition and patients with enteral nutrition was revealed. A significant increase in the duration of BIPAP regimen in patients with parenteral nutrition relative to patients with enteral and mixed nutrition was identified. There were no differences in the duration of BIPAP regimen in patients with enteral nutrition compared to patients with mixed nutrition. All nutrition strategies in patients of groups I and II positively influenced the dynamics of oxygenation index (OI).

Для цитирования: Клементьев А.В., Гирш А.О., Степанов С.С., Мищенко С.В., Щетина А.В., Измайлова Н.А., Черненко С.В. ДЛИТЕЛЬНОСТЬ ИСКУССТВЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ЛЕГКИХ У БОЛЬНЫХ С ОСТРЫМ РЕСПИРАТОРНЫМ ДИСТРЕСС-СИНДРОМОМ ПРИ РАЗНОТИПНЫХ СТРАТЕГИЯХ ПИТАНИЯ (СООБЩЕНИЕ 1) //ПОЛИТРАВМА / POLYTRAUMA. 2025. № 3. С. 23-33.

Режим доступа: <http://poly-trauma.ru/index.php/pt/article/view/607>

DOI: 10.24412/1819-1495-2025-3-23-33

со смешанным. Все стратегии питания у пациентов I и II групп позитивно влияли на динамику индекса оксигенации (ИО).

Выводы. При легком и среднетяжелом ОРДС все стратегии питания улучшают ИО, без явного приоритета какого-либо варианта нутритивной поддержки.

Энтеральное питание при легком ОРДС уменьшает длительность режима PSV и увеличивает продолжительность режима BIPAP по сравнению с парентеральной и смешанной поддержкой.

Смешанное питание при легком ОРДС уменьшает длительность режима PSV и увеличивает продолжительности режима BIPAP по сравнению с больными, имевшими парентеральную поддержку.

При среднетяжелом ОРДС энтеральное питание сокращает длительность ИВЛ и режима PSV, а также ускоряет переход на режим BIPAP по сравнению с парентеральным и смешанным питанием.

При среднетяжелом ОРДС энтеральное питание уменьшает длительность режима BIPAP по отношению к парентеральному питанию.

Смешанное питание при среднетяжелом ОРДС снижает длительность ИВЛ и режима BIPAP по сравнению с парентеральным питанием.

Не выявлена разница по длительности режима BIPAP при зондовой и сочетанной стратегии, а также режима PSV у пациентов с парентеральной и смешанной.

Ключевые слова: искусственная вентиляция легких; питательная поддержка

Conclusion. In mild to moderate ARDS, all nutritional strategies improve OI, without explicitly prioritizing any feeding support option.

Enteral nutrition in mild ARDS reduces the duration of PSV and increases the duration of BIPAP compared with parenteral and mixed support. Mixed feeding in mild ARDS reduces the duration of PSV regimen and increases the duration of BIPAP regimen, compared with patients who had parenteral support.

In moderate ARDS, enteral nutrition reduces the duration of mechanical ventilation and PSV mode, and also accelerates the transition to BIPAP mode compared with parenteral and mixed nutrition.

In moderate ARDS, enteral nutrition reduces the duration of BIPAP mode relative to parenteral nutrition.

Mixed feeding in moderate ARDS reduces the duration of mechanical ventilation and BIPAP mode compared with parenteral nutrition.

No difference was found in the duration of the BIPAP mode in the tube and combined strategies, as well as the PSV regimen in patients with parenteral and mixed strategies.

Keywords: artificial ventilation; nutritional support

Респираторная поддержка, осуществляющая замещение внешнего дыхания с целью компенсации нарушенного газообмена для реформирования данной функции легких, у больных с острым респираторным дистресс-синдромом (ОРДС) является одним из ключевых методов лечения данной патологии [1–3].

Основой патогенеза ОРДС принято считать неконтролируемое воспаление и дисфункцию эпителиального барьера [4]. Поэтому при ОРДС, эволюционирующем вследствие не прямых поражающих факторов, в частности травматических, повреждается эндотелий легочных капилляров, в результате чего возникают негативные обменные и структурно-функциональные реформации, содействующие увеличению его проницаемости и движению эритроцитов и плазмы в межклеточное пространство данного органа, способствующее значимому увеличению межальвеоларных структур [1–3].

Это обстоятельство диктует необходимость осуществления у большинства данных больных (до 85 %) искусственной вентиляции легких (ИВЛ) [5].

Немаловажно, что при ОРДС быстро формируется питательная [6], легочная [7] и органная [8] несостоятельность. В этой связи мате-

риализация питательных стратегий содействует не только регрессии данных несостоятельств [9], но и улучшению функций легких, обуславливающих уменьшение длительности ИВЛ [7].

Цель исследования состояла в мониторинге длительности ИВЛ и составляющих ее режимов, а также исходов у больных с ОРДС легкой и средней степени при разнотипных стратегиях питания.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В обследовании, имевшем характер открытого клинического и проспективного, фигурировало 396 больных (средний возраст — 31,2 (21; 38) года) с ОРДС (табл. 1 и 2), получавших лечение в отделениях реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ) БУЗОО ГКБСМП № 1 и БУЗОО ГКБ № 1 имени А.Н. Кабанова с 2016 по 2022 г. Характеристики зачисления в обследование: 1) возраст от 18 до 40 лет; 2) диагностированный на основании индекса оксигенации (ИО) ОРДС; 3) реализация разнотипной стратегии питания; 4) использование режимов PSV и BIPAP при осуществлении ИВЛ. Характеристики отчисления из обследования: 1) противопоказания к реализации разнотипной стратегии питания; 2) подтвержденная хроническая патология.

Установка уровня положительного давления конца выдоха (ПДКВ) у больных в каждом конкретном случае осуществлялась в условиях действенной седации с анализом инспираторной части кривой «давление — объем», где выделялись нижняя точка перегиба (соответствует давлению, при котором открываются коллабированные альвеолы) и верхняя точка перегиба (соответствует давлению, при котором происходит перераздувание альвеол) [1–3]. На основании этого выставлялся уровень ПДКВ на 1–2 см вод. ст. выше нижней точки перегиба, с последующей оценкой в динамике комплаенса статического и ИО [1–3]. У всех больных групп I и II на основании существующих рекомендаций [1–3, 10] в начале четвертых суток осуществляли трахеостомию.

Парциальное давление кислорода (PaO_2) определяли газоанализатором Easy Blood Gas (Medica, США) после пункции лучевой или бедренной артерии. Степень тяжести ОРДС и кинетику газообмена у пациентов расценивали согласно ИО ($\text{ИО} = \text{PaO}_2 / \text{FiO}_2$) (у. е.) [1–3]. Длительность ИВЛ и составляющих ее режимов определяли только у выживших больных в часах (табл. 4).

После прекращения ИВЛ больным I и II групп на протяжении

Таблица 1
Лечебное питание у больных I группы
Table 1
Therapeutic nutrition for patients of group I

Больные (n; %) Patients (n; %)	Стратегия лечебного питания и его энергетическая ценность The strategy of therapeutic nutrition and its energy value
I группа (больные (198; 100%) с ОРДС легкой степени тяжести (200 мм рт. ст. < индекс оксигенации ≤ 300 мм рт. ст.) Group I (patients (198; 100%) with mild ARDS (200 mm Hg < oxygenation index ≤ 300 mm Hg)	
1 подгруппа (34; 17,2 %) Subgroup 1 (34; 17.2 %)	Зондовая поддержка, реализуемая смесью Нутрикомп диабет ликвид (B. Braun, Германия) в течение 11 суток. Начальный объем — 500 мл (500 ккал) в 1-й день, с ежедневным возрастанием объема на 500 мл (500 ккал) и формированием предельного объема — 2000 мл (2000 ккал) на 4-й день Probe support, implemented with the mixture Nutricomp Diabetes Liquid (B. Braun, Germany) for 11 days. The initial volume is 500 ml (500 kcal) on the 1st day, with a daily increase in volume by 500 ml (500 kcal) and the formation of the maximum volume — 2,000 ml (2,000 kcal) on the 4th day
2 подгруппа (38; 19,2 %) Subgroup 2 (38; 19.2 %)	Зондовая поддержка, реализуемая смесью Нутрикомп иммунный ликвид (B. Braun, Германия) в течение 11 суток. Начальный объем — 500 мл (650 ккал) в 1-й день, с ежедневным возрастанием объема на 500 мл (650 ккал) и формированием предельного объема — 2000 мл (2600 ккал) на 4-й день Probe support, implemented with the mixture Nutricomp Immune Liquid (B. Braun, Germany) for 11 days. The initial volume is 500 ml (650 kcal) on the 1st day, with a daily increase in volume by 500 ml (650 kcal) and the formation of the maximum volume — 2,000 ml (2,600 kcal) on the 4th day
3 подгруппа (32; 16,2 %) Subgroup 3 (32; 16.2 %)	Внутривенная поддержка, реализуемая системой «три в одном» Нутрифлекс 48/150 липид (B. Braun, Германия) — 625 мл (632 ккал) с 1-го по 4-й день инфузатом FmS (B. Braun, Германия) на протяжении суток и темпом 26 мл/час. На 5-й день совместно с парентеральной поддержкой вводили энтеральную смесь нутрикомп иммунный ликвид (B. Braun, Германия) — 500 мл (650 ккал) с ежедневным возрастанием объема на 500 мл (650 ккал) и формированием предельного объема — 2000 мл (2600 ккал) на 8-е сутки и денонсацией в этот день внутривенной поддержки Intravenous support implemented by the «three in one» system Nutriflex 48/150 lipid (B. Braun, Germany) — 625 ml (632 kcal) from the 1st to the 4th day by the infusion pump FmS (B. Braun, Germany) throughout the day and at a rate of 26 ml / hour. On the 5th day, together with parenteral support, the enteral mixture Nutricomp Immune Liquid (B. Braun, Germany) was administered — 500 ml (650 kcal) with a daily increase in volume by 500 ml (650 kcal) and the formation of a maximum volume of 2,000 ml (2,600 kcal) on the 8th day and denunciation of intravenous support on this day
4 подгруппа (36; 18,2 %) Subgroup 4 (36; 18.2 %)	Внутривенная поддержка, реализуемая системой «три в одном» Нутрифлекс 70/180 липид (B. Braun, Германия) — 625 мл (740 ккал) с 1-го по 4-й день инфузатом FmS (B. Braun, Германия) на протяжении суток и темпом 26 мл/час. На 5-й день совместно с парентеральной поддержкой вводили энтеральную смесь нутрикомп иммунный ликвид (B. Braun, Германия) — 500 мл (650 ккал) с ежедневным возрастанием объема на 500 мл (650 ккал) и формированием предельного объема — 2000 мл (2600 ккал) на 8-е сутки и денонсацией в этот день внутривенной поддержки Intravenous support implemented by the «three in one» system Nutriflex 70/180 lipid (B. Braun, Germany) — 625 ml (740 kcal) from the 1st to the 4th day by the infusion pump FmS (B. Braun, Germany) throughout the day and at a rate of 26 ml/hour. On the 5th day, together with parenteral support, the enteral mixture Nutricomp Immune Liquid (B. Braun, Germany) was administered — 500 ml (650 kcal) with a daily increase in volume by 500 ml (650 kcal) and the formation of a maximum volume of 2,000 ml (2,600 kcal) on the 8th day and denunciation of intravenous support on this day
5 подгруппа (30; 15,2 %) Subgroup 5 (30; 15.2 %)	Сочетанная поддержка: Внутривенная поддержка реализуемая системой «три в одном» Нутрифлекс 70/180 липид (B. Braun, Германия) — 625 мл (740 ккал) (инфузатом FmS (B. Braun, Германия) на протяжении суток и темпом 26 мл/час) + Зондовая поддержка реализуемая смесью нутрикомп диабет ликвид (B. Braun, Германия) в начальном объеме 500 мл (500 ккал) в 1-й день, с ежедневным возрастанием объема на 500 мл (500 ккал) и формированием предельного объема — 2000 мл (2000 ккал) на 4-й день и денонсацией в этот день внутривенной поддержки Combined support: Intravenous support implemented by the «three in one» system Nutriflex 70/180 lipid (B. Braun, Germany) — 625 ml (740 kcal) (infusion pump FmS (B. Braun, Germany) throughout the day and at a rate of 26 ml/hour) + Probe support implemented by the mixture Nutricomp diabetes liquid (B. Braun, Germany) in an initial volume of 500 ml (500 kcal) on the 1st day, with a daily increase in volume by 500 ml (500 kcal) and the formation of a maximum volume of 2,000 ml (2,000 kcal) on the 4th day and denunciation of intravenous support on this day

6 подгруппа (28; 14 %) Subgroup 6 (28; 14 %)	Сочетанная поддержка: Внутривенная поддержка реализуемая системой «три в одном» Нутрифлекс 70/180 липид (B. Braun, Германия) — 625 мл (740 ккал) (инфузоматом FmS (B. Braun, Германия) на протяжении суток и темпом 26 мл/час) + Зондовая поддержка реализуемая смесью нутрикомп иммунный ликвид (B. Braun, Германия) в начальном объеме 500 мл (650 ккал) в 1-й день, с ежедневным возрастанием объема на 500 мл (650 ккал) и формированием предельного объема — 2000 мл (2600 ккал) на 4-й день и денонсацией в этот день внутривенной поддержки Combined support: Intravenous support implemented by the «three in one» system Nutriflex 70/180 lipid (B. Braun, Germany) — 625 ml (740 kcal) (infusion pump FmS (B. Braun, Germany) throughout the day and at a rate of 26 ml/hour) + Probe support implemented by the mixture Nutricomp immune liquid (B. Braun, Germany) in an initial volume of 500 ml (650 kcal) on the 1st day, with a daily increase in volume by 500 ml (650 kcal) and the formation of a maximum volume of 2,000 ml (2,600 kcal) on the 4th day and denunciation of intravenous support on this day
---	---

Таблица 2
Лечебное питание у больных II группы
Table 2
Therapeutic nutrition for patients of group II

Больные (n; %) Patients (n; %)	Стратегия лечебного питания и его энергетическая ценность The strategy of therapeutic nutrition and its energy value
II группа (больные (198; 100%) с ОРДС среднетяжелой степени (100 мм рт. ст. < индекс оксигенации ≤ 200 мм рт. ст.) Group II (patients (198; 100%) with moderate ARDS (100 mmHg < oxygenation index ≤ 200 mmHg)	
1 подгруппа (34; 17,2 %) Subgroup 1 (34; 17.2 %)	Зондовая поддержка, реализуемая смесью Нутрикомп диабет ликвид (B. Braun, Германия) в течение 13 суток. Начальный объем — 500 мл (500 ккал) в 1-й день, с ежедневным возрастанием объема на 500 мл (500 ккал) и формированием предельного объема — 2000 мл (2000 ккал) на 4-й день Probe support, implemented with the mixture Nutricomp Diabetes Liquid (B. Braun, Germany) for 11 days. The initial volume is 500 ml (500 kcal) on the 1st day, with a daily increase in volume by 500 ml (500 kcal) and the formation of the maximum volume — 2,000 ml (2,000 kcal) on the 4th day
2 подгруппа (32; 16,2 %) Subgroup 2 (32; 16.2 %)	Зондовая поддержка, реализуемая смесью Нутрикомп иммунный ликвид (B. Braun, Германия) в течение 13 суток. Начальный объем — 500 мл (650 ккал) в 1-й день, с ежедневным возрастанием объема на 500 мл (650 ккал) и формированием предельного объема — 2000 мл (2600 ккал) на 4-й день Probe support, implemented with the mixture Nutricomp Immune Liquid (B. Braun, Germany) for 11 days. The initial volume is 500 ml (650 kcal) on the 1st day, with a daily increase in volume by 500 ml (650 kcal) and the formation of the maximum volume — 2,000 ml (2,600 kcal) on the 4th day
3 подгруппа (28; 14,1 %) Subgroup 3 (28; 14.1 %)	Внутривенная поддержка, реализуемая системой «три в одном» Нутрифлекс 48/150 липид (B. Braun, Германия) — 625 мл (632 ккал) с 1-го по 5-й день инфузоматом FmS (B. Braun, Германия) на протяжении суток и темпом 26 мл/час. На 6-й день совместно с парентеральной поддержкой вводили энтеральную смесь нутрикомп иммунный ликвид (B. Braun, Германия) — 500 мл (650 ккал) с ежедневным возрастанием объема на 500 мл (650 ккал) и формированием предельного объема — 2000 мл (2600 ккал) на 9-е сутки и денонсацией в этот день внутривенной поддержки Intravenous support implemented by the «three in one» system Nutriflex 48/150 lipid (B. Braun, Germany) — 625 ml (632 kcal) from the 1st to the 4th day by the infusion pump FmS (B. Braun, Germany) throughout the day and at a rate of 26 ml/hour. On the 5th day, together with parenteral support, the enteral mixture Nutricomp Immune Liquid (B. Braun, Germany) was administered — 500 ml (650 kcal) with a daily increase in volume by 500 ml (650 kcal) and the formation of a maximum volume of 2,000 ml (2,600 kcal) on the 8th day and denunciation of intravenous support on this day
4 подгруппа (30; 15,1 %) Subgroup 4 (30; 15.1 %)	Внутривенная поддержка, реализуемая системой «три в одном» Нутрифлекс 70/180 липид (B. Braun, Германия) — 625 мл (740 ккал) с 1-го по 5-й день инфузоматом FmS (B. Braun, Германия) на протяжении суток и темпом 26 мл/час. На 6-й день совместно с парентеральной поддержкой вводили энтеральную смесь нутрикомп иммунный ликвид (B. Braun, Германия) — 500 мл (650 ккал) с ежедневным возрастанием объема на 500 мл (650 ккал) и формированием предельного объема — 2000 мл (2600 ккал) на 9-е сутки и денонсацией в этот день внутривенной поддержки Intravenous support implemented by the «three in one» system Nutriflex 70/180 lipid (B. Braun, Germany) — 625 ml (740 kcal) from the 1st to the 4th day by the infusion pump FmS (B. Braun, Germany) throughout the day and at a rate of 26 ml/hour. On the 5th day, together with parenteral support, the enteral mixture Nutricomp Immune Liquid (B. Braun, Germany) was administered — 500 ml (650 kcal) with a daily increase in volume by 500 ml (650 kcal) and the formation of a maximum volume of 2,000 ml (2,600 kcal) on the 8th day and denunciation of intravenous support on this day

5 подгруппа (36; 18,2 %) Subgroup 5 (36; 18.2 %)	Сочетанная поддержка: Внутривенная поддержка реализуемая системой «три в одном» Нутрифлекс 70/180 липид (B. Braun, Германия) — 625 мл (740 ккал) (инфузоматом FmS (B. Braun, Германия) на протяжении суток и темпом 26 мл/час) + Зондовая поддержка реализуемая смесью нутрикомп диабет ликвид (B. Braun, Германия) в начальном объеме 500 мл (500 ккал) в 1-й день, с ежедневным возрастанием объема на 500 мл (500 ккал) и формированием предельного объема — 2000 мл (2000 ккал) на 4-й день и денонсацией в этот день внутривенной поддержки Combined support: Intravenous support implemented by the «three in one» system Nutriflex 70/180 lipid (B. Braun, Germany) — 625 ml (740 kcal) (infusion pump FmS (B. Braun, Germany) throughout the day and at a rate of 26 ml/hour) + Probe support implemented by the mixture Nutricomp diabetes liquid (B. Braun, Germany) in an initial volume of 500 ml (500 kcal) on the 1st day, with a daily increase in volume by 500 ml (500 kcal) and the formation of a maximum volume of 2,000 ml (2,000 kcal) on the 4th day and denunciation of intravenous support on this day
6 подгруппа (38; 19,2 %) Subgroup 6 (38; 19.2 %)	Сочетанная поддержка: Внутривенная поддержка реализуемая системой «три в одном» Нутрифлекс 70/180 липид (B. Braun, Германия) — 625 мл (740 ккал) (инфузоматом FmS (B. Braun, Германия) на протяжении суток и темпом 26 мл/час) + Зондовая поддержка реализуемая смесью нутрикомп иммунный ликвид (B. Braun, Германия) в начальном объеме 500 мл (650 ккал) в 1-й день, с ежедневным возрастанием объема на 500 мл (650 ккал) и формированием предельного объема — 2000 мл (2600 ккал) на 4-й день и денонсацией в этот день внутривенной поддержки Combined support: Intravenous support implemented by the «three in one» system Nutriflex 70/180 lipid (B. Braun, Germany) — 625 ml (740 kcal) (infusion pump FmS (B. Braun, Germany) throughout the day and at a rate of 26 ml/hour) + Probe support implemented by the mixture Nutricomp immune liquid (B. Braun, Germany) in an initial volume of 500 ml (650 kcal) on the 1st day, with a daily increase in volume by 500 ml (650 kcal) and the formation of a maximum volume of 2,000 ml (2,600 kcal) on the 4th day and denunciation of intravenous support on this day

24 ± 4 часа осуществлялась ингаляция увлажненного кислорода (30 % во вдыхаемой смеси) через трахеостомическую трубку с мониторингом ИО (у. е.), частоты дыхания (ЧД, в минуту), насыщения артериальной крови кислородом (SpO₂, %), определяемое **методом пульсоксиметрии аппаратом МПР 6-03** («Тритон Электроникс», Россия), а также оценки уровня сознания по шкале Глазго для объективного прогнозирования и профилактики возникновения нарушений газообмена [1–3, 11, 12]. На вторые сутки прекращалась ингаляция увлажненного кислорода, а дыхание осуществлялось атмосферным воздухом через трахеостомическую трубку с продолжением мониторинга ЧД, SpO₂ и уровня сознания по шкале ком Глазго [1–3, 11, 12]. На третьи сутки больным выполнялась деканюлизация трахеи с продолжением мониторинга ЧД и SpO₂ [13].

Статистический анализ проводили с помощью средств пакета Statistica 8.0 (StatSoft, Inc., США). Результаты теста Шапиро — Уилка свидетельствовали о нарушении нормальности распределения большей части полученных вариационных рядов, а тест Левена — о нарушении гомоген-

ности дисперсий. Учитывая нарушение нормальности и гомогенности, а также небольшие выборки, применять параметрические методы для проверки статистических гипотез посчитали нецелесообразным. Поэтому использовали непараметрические подходы — ANOVA Краскела — Уоллиса для нескольких независимых групп, тест Вилкоксона для парного сравнения зависимых выборок, ANOVA Фридмана для множественного сравнения групп в динамике наблюдения. Использовали поправку Бонферрони ($p < 0,01$). Результаты представлены в таблицах — основные статистики (медиана и интерквартильный размах) [14].

Обследование реализовывалось вследствие одобрения локальных этических комитетов БУЗОО «Городская клиническая больница № 1 им. А.Н. Кабанова» и БУЗОО «Городская клиническая больница скорой медицинской помощи № 1», а также всех его участников (на основании добровольного информированного согласия) и отвечало критериям этики, сформированным Хельсинской декларацией Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека»

с поправками 2013 г., и «Правилам клинической практики в Российской Федерации», установленным распоряжением МЗ РФ от 19.06.2003 № 266.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Мониторинг ИО зафиксировал его благоприятную направленность между временными точками и в сравнении с предыдущим сроком у пациентов в подгруппах I и II групп (табл. 3). Тем временем не было обнаружено фактических различий по ИО у больных между подгруппами в I и II группах по точкам исследования (табл. 3). В исследуемых группах не отмечалось летальных исходов (табл. 3). Множественное сопоставление продемонстрировало отсутствие достоверности по длительности ИВЛ у больных I группы и ее присутствие у пациентов II группы (табл. 4 и 5). Данный анализ также идентифицировал истинные отличия по длительности режимов PSV и ВІРАР в группах I и II (табл. 4 и 5). Межгрупповое сравнение в I группе установило отсутствие различий по длительности ИВЛ между исследуемыми подгруппами (табл. 4). Кроме того, межгрупповое сравнение в I группе установило отсутствие разницы

Таблица 3

Индекс оксигенации и летальность у больных групп I и II, Me (QL; QH) – медиана (нижний и верхний квартили)

Table 3

Oxygenation index and mortality in patients of groups I and II, Me (QL; QH) – median (lower and upper quartiles)

Периоды наблюдения Observation periods	Индекс оксигенации (у. е.) / Oxygenation index (с. у.)					
	I группа, летальность — 0 % / Group I, mortality — 0 %					
	1 подгруппа subgroup 1	2 подгруппа subgroup 2	3 подгруппа subgroup 3	4 подгруппа subgroup 4	5 подгруппа subgroup 5	6 подгруппа subgroup 6
1 сутки / Day 1	249.5 (220; 271)	252 (220; 271)	248 (217; 271)	247 (229; 268)	253 (217; 274)	254 (217; 272)
3 сутки # ¹⁻³ Day 3 # ¹⁻³	268.5 (240; 292)	271.5 (238; 292)	263 (253; 270)	263 (257; 270)	268 (234; 288)	271.5 (237; 288)
5 сутки # ³⁻⁵ Day 5 # ³⁻⁵	301 (280; 306)	298 (278; 306)	294 (273; 298)	293 (283; 299)	294 (279; 308)	294.5 (283; 306)
7 сутки # ⁵⁻⁷ Day 7 # ⁵⁻⁷	316 (310; 320)	316.5 (310; 320)	306 (301; 310)	306 (300; 311)	310 (305; 316)	309 (305; 315)
9 сутки # ⁷⁻⁹ Day 9 # ⁷⁻⁹	338 (320; 341)	336 (322; 341)	322 (314; 337)	326.5 (317; 338)	329 (315; 340)	327 (314; 337)
ANOVA Фридмана Friedman's ANOVA (df = 4)	N = 34; p = 0.00*	N = 38; p = 0.00*	N = 32; p = 0.00*	N = 36; p = 0.00*	N = 30; p = 0.00*	N = 28; p = 0.00*
	II группа, летальность — 0 % / Group II, mortality — 0 %					
	1 подгруппа subgroup 1	2 подгруппа subgroup 2	3 подгруппа subgroup 3	4 подгруппа subgroup 4	5 подгруппа subgroup 5	6 подгруппа subgroup 6
	1 подгруппа subgroup 1	2 подгруппа subgroup 2	3 подгруппа subgroup 3	4 подгруппа subgroup 4	5 подгруппа subgroup 5	6 подгруппа subgroup 6
1 сутки / Day 1	162.5 (122; 196)	159.5 (125; 197)	158.5 (128; 195)	159.5 (127; 193)	160.5 (124; 195)	164.5 (127; 194)
3 сутки # ¹⁻³ Day 3 # ¹⁻³	191 (163; 223)	192 (168; 220)	192 (169; 224)	193.5 (167; 226)	192 (164; 201)	194 (160; 237)
5 сутки # ³⁻⁵ Day 5 # ³⁻⁵	265.5 (189; 296)	263 (227; 297)	259 (247; 269)	260 (244; 272)	262.5 (219; 293)	226.5 (202; 259)
7 сутки # ⁵⁻⁷ Day 7 # ⁵⁻⁷	314 (301; 320)	311 (301; 320)	298.5 (293; 305)	300 (300; 305)	308.5 (300; 315)	308 (300; 315)
9 сутки # ⁷⁻⁹ Day 9 # ⁷⁻⁹	315 (309; 321)	316 (310; 320)	309 (302; 317)	309.5 (303; 317)	315.5 (310; 320)	315 (310; 320)
11 сутки # ⁹⁻¹¹ Day 11 # ⁹⁻¹¹	329 (310; 341)	329.5 (312; 340)	321.5 (310; 330)	320.5 (311; 330)	325 (310; 340)	324.5 (310; 338)
ANOVA Фридмана Friedman's ANOVA (df = 4)	N = 34; p = 0.00*	N = 32; p = 0.00*	N = 28; p = 0.00*	N = 30; p = 0.00*	N = 36; p = 0.00*	N = 38; p = 0.00*

Примечание. (*) — различия между точками в подгруппах статистически значимы ($p < 0,001$); (#) — в сравнении с предыдущим сроком в подгруппах различия статистически значимы для (1-3), (3-5), (5-7), (7-9), (9-11) пар (критерий Вилкоксона, $p < 0,001$). Различий между подгруппами не выявлено (ANOVA Краскела-Уоллиса, $p > 0,05$).

Note. (*) — differences between points in subgroups are statistically significant ($p < 0.001$); (#) — in comparison with the previous term in subgroups, differences are statistically significant for (1-3), (3-5), (5-7), (7-9), (9-11) pairs (Wilcoxon test, $p < 0.001$). No differences were found between subgroups (Kruskal-Wallis ANOVA, $p > 0.05$).

по длительности режимов PSV и ВІРАР относительно подгрупп 1 и 2, 3 и 4, 5 и 6 (табл. 4). Однако межгрупповое сопоставление в I группе выявило подлинную длительность режима PSV между больными 3, 4, 5 и 6 подгрупп в отношении пациентов 1 и 2 подгрупп (табл. 4). В свою очередь, межгрупповое сопоставление в I группе зафиксировало достоверную протяженность режима PSV у больных 3 и 4 подгрупп в сравнении с пациентами 5 и 6 подгрупп (табл. 4). В подгруппах 1 и 2 длительность ре-

жима ВІРАР превосходила его время сопоставительно подгрупп 3, 4, 5 и 6 (табл. 4). В сравнении с подгруппами 3 и 4, в подгруппах 5 и 6 отмечалась длительность задействие режима ВІРАР (табл. 4).

Межгрупповое сравнение во II группе обнаружило отсутствие достоверности по длительности ИВЛ между пациентами подгрупп 1 и 2, 3 и 4, 5 и 6 (табл. 5). Идентифицировались различия по длительности ИВЛ в подгруппах 1 и 2 сопоставительно подгрупп 3, 4, 5 и 6 (табл. 5). Отмечалось соот-

ветствие продолжительности режимов PSV и ВІРАР в подгруппах 1 и 2, 3 и 4, 5 и 6 (табл. 5). Между тем, в подгруппах 3, 4, 5 и 6 регистрировалось увеличение времени режима PSV сопоставительно подгрупп 1 и 2 (табл. 5). Отмечалось соответствие времени режима PSV у больных 3, 4, 5 и 6 подгрупп (табл. 5). Фиксировалось увеличение длительности режима ВІРАР в подгруппах 3 и 4 по отношению с подгруппами 1, 2, 5 и 6 подгрупп (табл. 5). Регистрировалось равенство времени режима ВІРАР в

Таблица 4

Длительность ИВЛ и ее режимов у больных I группы, Me (QL; QH) – медиана (нижний и верхний квартили)

Table 4

Duration of mechanical ventilation and its modes in patients of group I, Me (QL; QH) – median (lower and upper quartiles)

Группа I / Group I	ИВЛ, часы / ALV, hours	PSV, часы / PSV, hours	BIPAP, часы / BIPAP, hours
1 подгруппа Subgroup 1	148 (124; 167); $p^{1-2} > 0.05$; $p^{1-3} > 0.05$; $p^{1-4} > 0.05$; $p^{1-5} > 0.05$; $p^{1-6} > 0.05$	74 (72; 76) $p^{1-2} > 0.05$; $p^{1-3} < 0.001^{\wedge}$; $p^{1-4} < 0.001^{\wedge}$; $p^{1-5} < 0.000^{\wedge}$; $p^{1-6} < 0.001^{\wedge}$	73 (52; 93) $p^{1-2} > 0.05$; $p^{1-3} < 0.001^{\wedge}$; $p^{1-4} < 0.001^{\wedge}$; $p^{1-5} < 0.001^{\wedge}$; $p^{1-6} < 0.001^{\wedge}$
2 подгруппа Subgroup 2	147 (123; 168) $p^{2-3} > 0.05$; $p^{2-4} > 0.05$; $p^{2-5} > 0.05$; $p^{2-6} > 0.05$	74 (72; 76) $p^{2-3} < 0.001^{\wedge}$; $p^{2-4} < 0.001^{\wedge}$; $p^{2-5} < 0.001^{\wedge}$; $p^{2-6} < 0.001^{\wedge}$	73 (51; 92) $p^{2-3} < 0.001^{\wedge}$; $p^{2-4} < 0.001^{\wedge}$; $p^{2-5} < 0.001^{\wedge}$; $p^{2-6} < 0.001^{\wedge}$
3 подгруппа Subgroup 3	152.5 (124; 168) $p^{3-4} > 0.05$; $p^{3-5} > 0.05$; $p^{3-6} > 0.05$	108 (100; 110) $p^{3-4} > 0.05$; $p^{3-5} < 0.001^{\wedge}$; $p^{3-6} < 0.001^{\wedge}$	44.5 (24; 58) $p^{3-4} > 0.05$; $p^{3-5} < 0.001^{\wedge}$; $p^{3-6} < 0.001^{\wedge}$
4 подгруппа Subgroup 4	149.5 (125; 168) $p^{4-5} > 0.05$; $p^{4-6} > 0.05$	107.5 (100; 112) $p^{4-5} < 0.001^{\wedge}$; $p^{4-6} < 0.001^{\wedge}$	41 (25; 57) $p^{4-5} < 0.001^{\wedge}$; $p^{4-6} < 0.001^{\wedge}$
5 подгруппа Subgroup 5	151 (126; 164) $p^{5-6} > 0.05$	97 (96; 100) $p^{5-6} > 0.05$	53.5 (30; 64) $p^{5-6} > 0.05$
6 подгруппа Subgroup 6	150 (124; 165)	97.5 (96; 142)	52.5 (28; 65)
Kruskal-Wallis ANOVA	H = 1.75; p = 0.88	H = 171.3; p = 0.00*	H = 122.6; p = 0.00*

Примечание. Здесь и в таблице 5: (*) – различия между подгруппами при множественном сравнении статистически значимы (ANOVA Краскела – Уоллиса, $p < 0,001$); (^) – статистически значимые различия при парном сравнении (критерий Манна – Уитни, $p < 0,001$).

Note. Here and in table 5: (*) – differences between subgroups in multiple comparisons are statistically significant (Kruskal – Wallis ANOVA, $p < 0.001$); (^) – significant differences in paired comparisons (Mann – Whitney test, $p < 0.001$).

Таблица 5

Длительность ИВЛ и ее режимов у больных II группы, Me (QL; QH) – медиана (нижний и верхний квартили)

Table 5

Duration of mechanical ventilation and its modes in patients of group II, Me (QL; QH) – median (lower and upper quartiles)

Группа II / Group II	ИВЛ, часы / ALV, hours	PSV, часы / PSV, hours	BIPAP, часы / BIPAP, hours
1 подгруппа Subgroup 1	182.5 (170; 192) $p^{1-2} > 0.05$; $p^{1-3} < 0.001^{\wedge}$; $p^{1-4} < 0.001^{\wedge}$; $p^{1-5} < 0.001^{\wedge}$; $p^{1-6} < 0.001^{\wedge}$	133 (122; 144) $p^{1-2} > 0.05$; $p^{1-3} < 0.001^{\wedge}$; $p^{1-4} < 0.001^{\wedge}$; $p^{1-5} < 0.001^{\wedge}$; $p^{1-6} < 0.001^{\wedge}$	48 (46; 51) $p^{1-2} > 0.05$; $p^{1-3} < 0.001^{\wedge}$; $p^{1-4} < 0.001^{\wedge}$; $p^{1-5} > 0.05$; $p^{1-6} > 0.05$
2 подгруппа Subgroup 2	183.5 (169; 192) $p^{1-2} > 0.05$; $p^{2-3} < 0.001^{\wedge}$; $p^{2-4} < 0.001^{\wedge}$; $p^{2-5} < 0.001^{\wedge}$; $p^{2-6} < 0.001^{\wedge}$	134 (123; 143) $p^{1-2} < 0.05$; $p^{2-3} < 0.001^{\wedge}$; $p^{2-4} < 0.001^{\wedge}$; $p^{2-5} < 0.001^{\wedge}$; $p^{2-6} < 0.001^{\wedge}$	48 (45; 51) $p^{2-3} < 0.001^{\wedge}$; $p^{2-4} < 0.001^{\wedge}$; $p^{2-5} > 0.05$; $p^{2-6} > 0.05$
3 подгруппа Subgroup 3	206.5 (192; 218) $p^{3-4} > 0.05$; $p^{3-5} < 0.001^{\wedge}$; $p^{3-6} < 0.001^{\wedge}$	152 (142; 166) $p^{3-4} > 0.05$; $p^{3-5} > 0.05$; $p^{3-6} > 0.05$	54 (48; 57) $p^{3-4} > 0.05$; $p^{3-5} < 0.001^{\wedge}$; $p^{3-6} < 0.001^{\wedge}$
4 подгруппа Subgroup 4	205 (190; 217) $p^{4-5} < 0.001^{\wedge}$; $p^{4-6} < 0.001^{\wedge}$	153.5 (141; 167) $p^{4-5} > 0.05$; $p^{4-6} > 0.05$	52 (47; 55) $p^{4-5} < 0.001^{\wedge}$; $p^{4-6} < 0.001^{\wedge}$
5 подгруппа Subgroup 5	199.5 (190; 211) $p^{5-6} > 0.05$	150.5 (145; 164) $p^{5-6} > 0.05$	48 (44; 52) $p^{5-6} > 0.05$
6 подгруппа Subgroup 6	199.5 (190; 212)	150.5 (142; 166)	48 (44; 53)
Kruskal-Wallis ANOVA	H = 134.0; p = 0.000*	H = 127.6; p = 0.000*	H = 76.6; p = 0.000*

подгруппах 1 и 2 по отношению к подгруппам 5 и 6 (табл. 5).

ОБСУЖДЕНИЕ

Идентичность осуществленной интенсивной терапии у больных

с легким и среднетяжелым ОРДС в соответствии с существующими клиническими рекомендациями [1–3] обеспечивала возможность максимально объективной оценки влияния используемых вариантов

питательного обеспечения на продолжительность ИВЛ и ее режимов, а также кинетики ИО.

Раннее развитие белково-энергетической недостаточности при ОРДС [6] обусловлено форми-

рованием инвертированного метаболизма на фоне системного и локального воспаления [15]. Этот метаболизм характеризуется усиленным катаболизмом белков и липидов [16], что приводит к снижению растяжимости легких, а также ухудшению их газообменной и негазообменной (метаболической) функций [7, 16]. Развивающаяся легочная недостаточность способствует формированию полиорганного синдрома и метаболической дисфункции [8], которые взаимосвязаны [17] и адресно усугубляют дефицит питания [9].

Метаболическая дисфункция легких при ОРДС сопровождается нарушениями гемостаза, метаболизма биологически активных веществ, иммунитета, синтеза сурфактанта, а также прогрессирующей инверсией белкового, углеводного и липидного обмена [1–3, 7, 15, 18]. Эти изменения приводят к гипергликемии, кетонемии и усиленному распаду мышечных белков, включая белки дыхательной мускулатуры (диафрагмы, межреберных, грудных, брюшных мышц и мышц плечевого пояса) [1–3, 6, 7, 16, 18, 19]. Патологическое обменное перераспределение и истощение питательных ресурсов вызывают аномальное метаболическое перепрограммирование организма [20].

Применение различных вариантов нутритивной терапии у пациентов с легким и среднетяжелым ОРДС способствовало существенному улучшению ИО как ключевого показателя газообмена [1–3]. Одной из причин благоприятной кинетики ИО являлось восстановление синтеза и функций сурфактанта, обусловленное как устранением потери гликозаминогликанов на поверхности эпителия поврежденных альвеол, так и их поглощением альвеолярными макрофагами и эпителиальными клетками после периода распада [21, 22]. Это стало возможным за счет реформирования обменных процессов вследствие соответствующего ресурсного обеспечения нутриентами с помощью реализуемых схем питания [16, 19, 20].

Несмотря на сопоставимую общую продолжительность ИВЛ у пациентов с легким ОРДС, наблю-

дались различия в длительности отдельных ее режимов, связанных с применяемыми вариантами питания. Сокращение длительности режима PSV и увеличение продолжительности режима ВІРАР у пациентов с энтеральным питанием по сравнению с больными, имеющими изначально парентеральную и смешанную поддержки, было обусловлено более эффективной утилизацией и результативным метаболизмом вводимых нутриентов [16, 23–25]. Это способствовало восстановлению структуры и функции дыхательной мускулатуры, содержащей белковые и липидные компоненты [20]. Важным фактором являлось и оптимальное количественно-качественное соотношение нутриентов, входящих в состав энтеральных смесей [7, 9, 16], необходимых для реформирования повышенного метаболизма и нарушений обмена веществ [17–20, 23–25]. Аналогичные направленности наблюдались и у пациентов со смешанным питанием по сравнению с группой парентеральной поддержки, где также отмечалось достоверное сокращение длительности режима PSV и увеличение продолжительности режима ВІРАР.

При среднетяжелом ОРДС энтеральная стратегия уменьшала суммарную продолжительность ИВЛ и режима PSV сравнительно с парентеральной и смешанной. Со своей стороны, смешанная стратегия в сопоставлении с парентеральной снижала общую длительности ИВЛ.

Это связано с тем, что энтеральные смеси содержат оптимальное количество и соотношение нутриентов [26], необходимых для наиболее эффективного регулирования перепрограммированного метаболизма [16], особенно его липидных и углеводных составляющих [7, 27, 28].

Немаловажно для больных с ОРДС и то, что вводимые энтеральным путем питательные субстраты не только наиболее рационально и естественно утилизировались и метаболизировались [7, 23–25], но и действительно содействовали регулированию перепрограммированного обмена [9, 16, 17, 19], а также не вызывали осложнений, свойствен-

ных нутриентам, введенным парентерально [15, 27, 28].

Именно правильное реформирование существующего агрессивного метаболизма за счет уменьшения окисления жиров и повышения окисления углеводов, а также нивелирования инсулинорезистентности вследствие восстановления механизма захвата глюкозы в инсулинзависимых тканях, в частности в скелетных мышцах [7, 27], содействовало действенной реконструкции силы мышц, особенно диафрагмы, что благоприятствовало значимо раннему переводу больных с режима PSV на более физиологичный режим ВІРАР и, как следствие, снижение общей длительности ИВЛ.

Парентеральное питание, осуществляемое у больных на фоне уже имеющихся нарушений углеводного и жирового обменов, способствовало длительному их сохранению [28]. Действительно, гипергликемия была ответственна за расстройства целостности гликокаликса эндотелия капилляров с последующим формированием ее недостаточности [21] и активацию белкового катаболизма [18]. Гипергликемия также эволюционировала глюконеогенез, в частности из аминокислот мышечной ткани, и неблагоприятный баланс азота [23–25].

Расстройства метаболических функций легких при среднетяжелом ОРДС по отношению к легкому ОРДС более выражены [6, 7, 29]. Поэтому метаболическая дисфункция легких [15] и исходно существующие нарушения жирового обмена [28] даже на фоне минимальной скорости введения липидов при реализации парентерального питания содействовали их сохранению [19], что усугубляло легочную недостаточность [18]. Это связано с тем, что жирные кислоты в организме синтезируются легкими из субстратов, полученных непосредственно из системного кровотока [15, 20, 23–25].

Примечательно, что по мере увеличения доли энтерального и уменьшения доли парентерального питания в изначально смешанной (с 1-х по 4-е сутки) и парентеральной (с 6-х по 9-е сутки) схемах питания у пациентов фиксировалось

реформирование существующего патологического метаболического перепрограммирования организма, в частности за счет углеводного и жирового обменов [28], выражающееся в паритетной продолжительности PSV, послужившей трансформированием в ВІРАР.

Происходящее по срокам раньше (4-е и 9-е сутки соответственно) замещение внутривенного питания на энтеральное при смешанной стратегии в сравнении с парентеральной сокращало протяженность ВІРАР и суммарной ИВЛ.

Увеличение доли энтерального питания способствовало не только снижению локальной недостаточности питания кишечника и улучшению утилизации нутриентов [23–25, 30, 31], но и поддержанию структурной целостности его ворсин, стимуляции секреции ферментов щеточной каймы и эндопептидов, а также предотвращению атрофии слизистой оболочки и лимфоидной ткани, роста и транслокации патогенов [16, 27, 32, 33].

Длительная продолжительность режима ВІРАР у больных с парентеральным питанием относительно пациентов с зондовым питанием также подчеркивала приоритетность энтеральной терапии при ОРДС. Действительно, у пациентов с начально парентеральным питанием только с 6-х суток на фоне

восстановления деятельности кишечника начинала осуществляться постепенная замена парентерального питания на энтеральное. Полное замещение парентерального питания на энтеральное происходило только на 9-е сутки. Сохраняющаяся метаболическая дисфункция легких [15] и нарушения липидного обмена [28] на фоне частичного парентерального питания обуславливали увеличение длительности режима ВІРАР у данных пациентов по сравнению с больными, получавшими энтеральное питание.

Отсутствие различий в продолжительности режима ВІРАР между группами с энтеральным и первоначально смешанным питанием (полный переход на зондовую поддержку с 4-х суток) подтверждало приоритетность энтерального питания при ОРДС [7, 9, 16, 17, 19, 23–25, 28].

ВЫВОДЫ

При легком и среднетяжелом ОРДС все стратегии питания улучшают ИО, без явного приоритета какого-либо варианта нутритивной поддержки.

Энтеральное питание при легком ОРДС уменьшает длительность режима PSV и увеличивает продолжительность режима ВІРАР по сравнению с парентеральной и смешанной поддержкой.

Смешанное питание при легком ОРДС уменьшает длительность режима PSV и увеличивает продолжительность режима ВІРАР по сравнению с больными, имевшими парентеральную поддержку.

При среднетяжелом ОРДС энтеральное питание сокращает длительность ИВЛ и режима PSV, а также ускоряет переход на режим ВІРАР по сравнению с парентеральным и смешанным питанием.

При среднетяжелом ОРДС энтеральное питание уменьшает длительность режима ВІРАР по отношению к парентеральному питанию.

Смешанное питание при среднетяжелом ОРДС снижает длительность ИВЛ и режима ВІРАР по сравнению с парентеральным питанием.

Не выявлена разница по длительности режима ВІРАР при зондовой и сочетанной стратегии, а также режима PSV у пациентов с парентеральной и смешанной.

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. Gritsan AI, Yaroshetsky AI, Vlasenko AV, Gavrilin SV, Gelfand BR, Zabolotskikh IB, et al. V. Diagnostics and intensive care of acute respiratory distress syndrome. Clinical recommendations of the FAR. *Anesthesiology and Reanimatology*. 2016; 1. Russian (Грицан А. И., Ярошецкий А. И., Власенко А. В., Гаврилин С. В., Гельфанд Б. Р., Заболотских И. Б. и др. В. Диагностика и интенсивная терапия острого респираторного дистресс-синдрома. Клинические рекомендации ФАР // Анестезиология и реаниматология. 2016. № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/diagnostika-i-intensivnaya-terapiya-ostrogo-respiratornogo-distress-sindroma-klinicheskie-rekomendatsii-far>).
2. Yaroshetsky AI, Gritsan AI, Avdeev SN, Vlasenko AV, Eremenko AA, Zabolotskikh IB, et al. Diagnostics and intensive care of acute respiratory distress syndrome. Clinical recommendations of the FAR. *Anesthesiology and Reanimatology*. 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 ФАР // Анестезиология и реаниматология. 2020. № 2. С. 5-39. DOI: 10.17116/anaesthesiology20200215).
3. Yaroshetsky AI, Gritsan AI, Avdeev SN, et al. Diagnosis and intensive care of acute respiratory distress syndrome. Clinical guidelines of the All-Russian public organization Federation of Anesthesiologists and Resuscitators. 2020. Electronic document: <http://far.org.ru/recomendation>. Russian. (Ярошецкий А.И., Грицан А.И., Авдеев С.Н., и др. Диагностика и интенсивная терапия острого респираторного дистресс-синдрома. Клинические рекомендации Общероссийской общественной организации Федерация анестезиологов и реаниматологов. 2023. Электронный документ: <http://far.org.ru/recomendation>).
4. Meyer NJ, Gattinoni L, Calfee CS. Acute respiratory distress syndrome. *Lancet*. 2021; 398 (10300): 622-37.
5. Kangelaris KN, Ware LB, Wang CY, Janz DR, Zhuo H, Matthay MA, et al. Timing of intubation and clinical outcomes in adults with acute respiratory distress syndrome. *Crit Care Med*. 2016;44(1):120-129. DOI: 10.1097/CCM.0000000000001359.
6. Maksimishin SV, Girsch AO, Stepanov SS, Stukanov MM, Malyuk AI, Eselevich RV, et al. Time of onset of protein-energy insufficiency in patients with acute respiratory distress syndrome. *Trans-Baikal Medical Bulletin*. 2020; (4): 90-95. Russian (Максимишин С. В., Гирш А. О., Степанов С. С., Стуканов М. М., Малюк А. И., Еселевич Р. В. и др. Особенности развития белково-энергетической недостаточности у больных с острым респираторным дистресс-синдромом // Забайкальский медицинский вестник. 2020. № 4. С. 90-95.).

7. Leiderman IN, Gritsan AI, Zabolotskikh IB, Lebedinsky KM, Krylov KYu, Mazurok VA, et al. Metabolic monitoring and nutritional support during long-term mechanical ventilation. Methodological recommendations of the All-Russian public organization "Federation of Anesthesiologists and Resuscitators". *Anesthesiology and Resuscitation*. 2022; (5): 6-17. 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. Методические рекомендации Общероссийской общественной организации «Федерация анестезиологов и реаниматологов» // Анестезиология и реаниматология. 2022. № 5. С. 6-17.)
8. Girsch AO, Mishchenko SV, Stepanov SS, Klementyev AV, Leiderman IN, Stukanov MM, et al. Organ and system dysfunctions in patients with acute respiratory distress syndrome. *Polytrauma*; 2022; (2):18-25. Russian (Гирш А. О., Мищенко С. В., Степанов С. С., Клементьев А. В., Лейдерман И. Н., Стуканов М. М. и др. Дисфункции органов и систем у больных с острым респираторным дистресс-синдромом // Политравма. 2022. № 2. С. 18-25.)
9. Girsch AO, Mishchenko SV, Stepanov SS, Klementyev AV, Chernenko SV, et al. Nutritional failure variability in patients with acute respiratory distress syndrome of varying severity (Report 1). *Polytrauma*. 2022; (4):6-14. Russian (Гирш А. О., Мищенко С. В., Степанов С. С., Клементьев А. В., Черненко С. В. Вариабельность питательной недостаточности у пациентов с острым респираторным дистресс-синдромом различной степени тяжести (Сообщение 1) // Политравма. 2022. № 4. С. 6-14.)
10. Intensive therapy. National leadership. Edited by IB. Zabolotskikh, DN. Protsenko. 2nd edition, revised and supplemented. Moscow: Geotar-medicine, 2021. 2208 p. Russian (Интенсивная терапия. Национальное руководство / под ред. И. Б. Заболотских, Д. Н. Проценко. 2-е изд., перераб. и доп. Москва: Гэотар-медицина, 2021. 2208 с.)
11. Carvalho EB, Leite TRS, Sacramento RFM, Nascimento PRLD, Samary CDS, Rocco PRM, et al. Rationale and limitations of the SpO₂/FiO₂ as a possible substitute for PaO₂/FiO₂ in different preclinical and clinical scenarios. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2022;34(1):185-196. DOI: 10.5935/0103-507X.20220013-pt.
12. Wick KD, Matthay MA, Ware LB. Pulse oximetry for the diagnosis and management of acute respiratory distress syndrome. *Lancet Respir Med*. 2022; 10 (11): 1086-1098.
13. Singh RK, Saran S, Baronia AK. The practice of tracheostomy decannulation-a systematic review. *J. intensive care*. 2017; 5: 38.
14. 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.)
15. Wilson B, Typpo K. Nutrition: a primary therapy in pediatric acute respiratory distress syndrome. *Front. Pediatr*. 2001; 4:108.
16. Parenteral and enteral nutrition. National leadership. Edited by SS. Petrikov. Moscow: GEOTAR, 2023. 1166 p. Russian (Парентеральное и энтеральное питание. Национальное руководство / под ред. С. С. Петрикова. Москва: ГЭОТАР, 2023. 1166 с.)
17. Girsch AO, Mishchenko SV, Stepanov SS, Klementyev AV, Leiderman IN, Stukanov MM, et al. Correlation of multiple organ dysfunction syndromes and hypermetabolism in patients with acute respiratory distress syndrome of varying severity with the implementation of diverse nutritional support. *Polytrauma*. 2022; (3): 6-15. Russian (Гирш А. О., Мищенко С. В., Степанов С. С., Клементьев А. В., Лейдерман И. Н., Стуканов М. М. и др. Соотнесенность синдромов полиорганной недостаточности и гиперметаболизма у пациентов с острым респираторным дистресс-синдромом различной степени тяжести при реализации разноплановой питательной поддержки // Политравма. 2022. № 3. С. 6-15.)
18. Bos LDJ, Ware LB. Acute respiratory distress syndrome: causes, pathophysiology, and phenotypes. *The Lancet*. 2022; 400: 1145-1156.
19. Nakamura K, Yamamoto R, Higashibeppu N, Yoshida M, Tatsumi H, Shimizu Y, et al. The Japanese Critical Care Nutrition Guideline 2024. *J Intensive Care*. 2025;13(1):18. DOI: 10.1186/s40560-025-00785-z.
20. Zhou K, Qin C, Lu J. Pathophysiological mechanisms of ARDS: a review in terms of molecular and organ levels. *Respir Res*. 2025; 26: 54-66.
21. Rizzo AN, Haeger SM, Oshima K, Yang Y, Wallbank AM, Jin Y, et al. Alveolar epithelial glycocalyx degradation mediates surfactant dysfunction and contributes to acute respiratory distress syndrome. *JCI Insight*. 2022;7(2):e154573. DOI: 10.1172/jci.insight.154573.
22. Matthay MA, Zemans RL, Zimmerman GA, Arabi YM, Beitler JR, Mercat A, et al. Acute respiratory distress syndrome. *Nat Rev Dis Primers*. 2019;5(1):18. DOI: 10.1038/s41572-019-0069-0.
23. Singer P, Blaser AR, Berger MM, Calder PC, Casaer M, Hiesmayr M, et al. ESPEN practical and partially revised guideline: clinical nutrition in the intensive care unit. *Clin Nutr*. 2023;42(9):1671-1689. DOI: 10.1016/j.clnu.2023.07.011.
24. Singer P, Blaser AR, Berger MM, Alhazzani W, Calder PC, Casaer MP, et al. ESPEN guideline on clinical nutrition in the intensive care unit. *Clin Nutr*. 2019;38(1):48-79. DOI: 10.1016/j.clnu.2018.08.037.
25. 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.
26. Pozhveria MM, Goldfarb JS, Matkevich VA, Ryk AA. Modern approaches to enteral nutrition in intensive care. *Journal named after N.V. Sklifosovsky. Medical emergency*. 2021; 10 (1):108-121. Russian (Почхверия М. М., Гольдфарб Ю. С., Маткевич В. А., Рык А. А. Современные подходы к энтеральному питанию в интенсивной терапии // Журнал им. Н. В. Склифосовского. Неотложная медицинская помощь. 2021. Т.10, № 1. С. 108-121.)
27. 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. Периоперационная нутритивная поддержка. Клинические рекомендации // Вестник интенсивной терапии имени А.И. Салтанова. 2018. № 3. С. 3–21.)
28. Girsch AO, Mishchenko SV, Stepanov SS, Klementyev AV, Chernenko SV, Malyuk AI, et al. Evolution of glycemia and triglyceridemia in patients with acute respiratory distress syndrome with diverse nutritional therapy (Report 1). *Polytrauma*. 2023; (2): 16-28. Russian (Гирш А. О., Мищенко С. В., Степанов С. С., Клементьев А.В., Черненко С. В., Малиук А. И. и др. Эволюция гликемии и триглицеридемии у пациентов с острым респираторным дистресс-синдромом при разноплановой нутритивной терапии (сообщение 1) // Политравма. 2023. № 2. С. 16-28.)
29. Villar J, Szakmany T, Grasselli G, Camporota L. Redefining ARDS: a paradigm shift. *Crit Care*. 2023;27(1):416. DOI: 10.1186/s13054-023-04699-w.
30. Hodin CM, Visschers RG, Rensen SS, Boonen B, Olde Damink SW, Lenaerts K, et al. Total parenteral nutrition induces a shift in the Firmicutes to Bacteroidetes ratio in association with Paneth cell activation in rats. *J Nutr*. 2012 ;142(12):2141-2147. DOI: 10.3945/jn.112.162388.
31. Shakotko AP, Marutyan ZG, Kinisheva AY, Tazina EV, Ryk AA. Safety of mixed artificial nutrition in victims with severe combined

traumatic brain injury. *Emergency Medical Care. Journal named after N.V. Sklifosovsky*. 2017; 6 (3):257-262. Russian (Шакотько А. П., Марутян З. Г., Кинишомова 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. Т. 6, № 3. С. 257-262.)

32. Suzuki Y, Kawasaki N, Urashima M, Odaira H, Noro T. Total enteral nutrition facilitates wound healing through preventing intestinal atrophy, keeping protein anabolism and suppressing inflammation. *Gastroenterology Res*. 2009;2(4):224-231. DOI: 10.4021/gr2009.08.1307.
33. Hermesen JL, Sano Y, Kudsk KA. Food fight! Parenteral nutrition, enteral stimulation and gut-derived mucosal immunity. *Langenbecks Arch Surg*. 2009; 394: 17-30.

Сведения об авторах:

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

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

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

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

Щетина А.В., заведующий отделением реанимации и интенсивной терапии № 2 БУЗОО ГКБ № 1 имени Кабанова А.Н., г. Омск, Россия.

Измайлова Н.А., заведующая отделением реанимации и интенсивной терапии № 1 БУЗОО ГКБ № 1 имени Кабанова А.Н., г. Омск, Россия.

Черненко С.В., к.м.н., доцент, заведующий кафедрой общей хирургии 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 (923) 681-40-60
E-mail: agirsh@mail.ru

Статья поступила в редакцию 28.07.2025

Рецензирование пройдено 31.07.2025

Подписано в печать 05.08.2025

Information about authors:

Klementyev A.V., candidate of medical sciences, associate professor of department of anesthesiology and critical care medicine, Omsk State Medical University, Omsk, Russia.

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

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

Mishchenko S.V., deputy chief physician of anesthesiology and intensive care, City Clinical Hospital of Emergency Medical Care, Omsk, Russia.

Shchetina A.V., chief of intensive care unit No. 2, City Clinical Hospital No. 1 n.a. Kabanov A.N., Omsk, Russia.

Izmaylova N.A., chief of intensive care unit, City Clinical Hospital No. 1 n.a. Kabanov A.N., Omsk, Russia.

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

Address for correspondence:

Girsh Andrey Ottovich, Krasny Put St., 135, building 1, app. 139, Omsk, Russia, 644033
Tel: +7 (923) 681-40-60
E-mail: agirsh@mail.ru

Received 28.07.2025

Review completed 31.07.2025

Passed for printing 05.08.2025

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ НЕСВОБОДНОГО КОЖНО-ФАСЦИАЛЬНОГО СУРАЛЬНОГО ЛОСКУТА НА ДИСТАЛЬНОЙ ПИТАЮЩЕЙ НОЖКЕ ДЛЯ ЗАМЕЩЕНИЯ ОГНЕСТРЕЛЬНЫХ ДЕФЕКТОВ ГОЛЕНИ И СТОПЫ

EXPERIENCE OF USING A NON-FREE FASCIAL-CUTANEOUS SURAL FLAP ON THE DISTAL VASCULAR PEDICLE TO REPLACE GUNSHOT DEFECTS OF THE LEG AND FOOT

Хоминец В.В. Khominets V.V.
Ткаченко М.В. Tkachenko M.V.
Иванов В.С. Ivanov V.S.
Майндурова К.М. Mayndurova K.M.
Лисина Е.П. Lisina E.P.
Оверчук И.М. Overchuk I.M.
Хохленко Г.В. Khokhlenko G.V.

ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия имени
С.М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации,
г. Санкт-Петербург, Россия

Kirov Military Medical Academy,
Saint Petersburg, Russia

Цель — представить опыт использования сурального кожно-фасциального лоскута на дистальной питающей ножке для восполнения огнестрельных дефектов мягких тканей голени и стопы.

Материалы и методы. В процессе хирургического лечения и оценки результатов применялись лабораторные и инструментальные методы обследования (рентгенография, компьютерная томография, доплерография). Функциональные результаты лечения оценивали при помощи шкалы качества жизни SF-36.

Исследование включает 112 пострадавших с огнестрельными ранениями голени и стопы, находившихся на лечении в клинике военной травматологии и ортопедии Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова с 2022 по 2024 г. Все пострадавшие были лицами мужского пола в возрасте от 19 до 53 лет ($35,0 \pm 12,5$ года). Распределение огнестрельных дефектов по локализации было следующим: средняя треть голени — 18 (16,1 %), нижняя треть голени — 38 (33,9 %), пяточная область — 31 (27,7 %) и средний отдел стопы — 25 (22,3 %) случаев. Площадь дефектов варьировалась в пределах 35–165 см² (в среднем $105 \pm 35,5$ см²).

Результаты. Отдаленные результаты лечения отслежены у 34 (30,4 %) пострадавших. Сроки наблюдения составили от 10 до 22 месяцев после операции (в среднем 14 ± 4 месяца). Во всех представленных случаях отмечена неосложненная полная перестройка перемещенного сурального лоскута с удовлетворительным косметическим результатом. При оценке качества жизни пострадавших при помощи шкалы опросника SF36 значения «общего физического благополучия» колебались от 29,8 до 54,2 балла (в среднем $38,2 \pm 8,3$), а показатели «общего душевного благополучия» — от 39,1 до 57,3 балла (в среднем $49,4 \pm 5,6$).

Заключение. Результаты выполненного исследования подтверждают эффективность использования сурального лоскута на дистальной питающей

Objective — to present the experience in using a sural skin-fascial flap on a distal pedicle to restore gunshot defects of soft tissues of the lower leg and foot.

Materials and methods. In the process of surgical treatment and evaluation of the results, laboratory and instrumental examination methods were used (radiography, computed tomography, Doppler). Functional results of treatment were assessed using the SF-36 quality of life scale. The study includes 112 victims with gunshot wounds to the lower leg and foot, who were treated in the clinic of military traumatology and orthopedics of the Military Medical Academy from 2022 to 2024. All victims were males aged 19 to 53 years (35.0 ± 12.5 years). The distribution of gunshot defects by localization was as follows: the middle third of the leg — 18 (16.1 %), the lower third of the leg — 38 (33.9 %), the heel region — 31 (27.7 %) and the middle part of the foot — 25 (22.3 %). The area of the defects varied within 35–165 cm² (on average 105 ± 35.5 cm²).

Results. Remote treatment results were monitored in 34 (30.4%) victims. The observation period ranged from 10 to 22 months after surgery (on average 14 ± 4 months). In all presented cases, uncomplicated complete reconstruction of the displaced sural flap with a satisfactory cosmetic result was noted. The quality of life of the victims was assessed using the SF36 questionnaire scale, where the values of "general physical well-being" ranged from 29.8 to 54.2 points (average 38.2 ± 8.3), and the values of "general mental well-being" from 39.1 to 57.3 points (average 49.4 ± 5.6).

Conclusion. The results of the study confirm the effectiveness of using a sural flap on a distal pedicle in reconstructive surgery of patients

Для цитирования: Хоминец В.В., Ткаченко М.В., Иванов В.С., Майндурова К.М., Лисина Е.П., Оверчук И.М., Хохленко Г.В. ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ НЕСВОБОДНОГО КОЖНО-ФАСЦИАЛЬНОГО СУРАЛЬНОГО ЛОСКУТА НА ДИСТАЛЬНОЙ ПИТАЮЩЕЙ НОЖКЕ ДЛЯ ЗАМЕЩЕНИЯ ОГНЕСТРЕЛЬНЫХ ДЕФЕКТОВ ГОЛЕНИ И СТОПЫ //ПОЛИТРАВМА / POLYTRAUMA. 2025. № 3. С. 34-43.

Режим доступа: <http://poly-trauma.ru/index.php/pt/article/view/611>

DOI: 10.24412/1819-1495-2025-3-34-43

ющей ножке в реконструктивной хирургии раненных в нижние конечности, подчеркивают важность индивидуального подхода и могут служить основой для разработки новых методик лечения такой сложной боевой патологии.

Ключевые слова: огнестрельные переломы; огнестрельные дефекты мягких тканей нижних конечностей; несвободные кровоснабжаемые лоскуты; суральный лоскут

wounded in the lower extremities, emphasize the importance of an individual approach and can serve as a basis for developing new methods for treating such a complex combat pathology.

Keywords: gunshot fractures; gunshot defects of soft tissues of the lower extremities; non-free vascular flaps; sural flap

Опыт лечения раненных последних десятилетий показывает значительное увеличение удельного веса ранений стопы и голени среди раненных в конечности [1]. В то же время пострадавшие с открытыми переломами костей данной локализации, сопровождающимися обширными дефектами мягких тканей, по праву относятся к одной из самых сложных категорий пациентов в травматологии и реконструктивной хирургии конечностей мирного времени [2]. Обширные разрушения тканей, значительная загрязненность ран, повреждение сосудов и нервов являются факторами высокого риска замедленного сращения переломов и развития инфекционных осложнений, определяя тяжесть ранения и исключая возможность первичного закрытия огнестрельного дефекта [3]. При этом вопросы технологий хирургической обработки ран и ее этапов, подготовки раневой поверхности для пластического закрытия, вариантов выбора комплексов тканей являются приоритетными в борьбе за сохранение конечности [4].

Наиболее остро проблема замещения мягкотканного и костного дефектов стоит при локализации раневого очага в дистальном отделе голени и на стопе. Дефицит мягкотканых ресурсов этих отделов конечности ограничивает возможности как укрытия местными тканями оголенных участков костей, так и применения цементных антибактериальных спейсеров для последующего восстановления костного скелета [5].

Одним из наиболее часто используемых несвободных комплексов тканей для восполнения дефектов дистальных отделов нижней конечности является суральный кожно-фасциальный лоскут на дистальной ножке, впервые описанный Р. Donski и I. Fogdestam в 1983 г. [6]. В 1992 г. французский хирург А.С. Masquelet представил свою работу,

в которой исследовал анатомию сосудов, связанных с чувствительными ветвями кожных нервов, и их влияние на кровоснабжение кожных покровов задней поверхности голени, предложив методику создания так называемого сурального лоскута [7]. Однако из-за имеющихся особенностей кровоснабжения и связанного с ними значительного числа осложнений данный комплекс тканей не получил должного распространения в практике отечественных реконструктивных хирургов. Проведенные в последующем в нашей стране топографо-анатомические исследования, в ходе которых были выяснены детали строения и расположения питающих сосудов, привели к повсеместному использованию описанного лоскута для реконструкции дефектов покровных тканей нижних конечностей [8].

Цель — представить наш опыт использования сурального кожно-фасциального лоскута на дистальной питающей ножке для восполнения огнестрельных дефектов мягких тканей голени и стопы.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Работа выполнена в соответствии с этическими принципами Хельсинкской декларации (World Medical Association Declaration of Helsinki — Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects, 2013) и «Правилами кли-

нической практики в Российской Федерации» (Приказ Минздрава РФ от 19.06.2003 г. № 266). Авторы получили письменное согласие пациентов на публикацию медицинских данных и изображений.

Исследование включает 112 пострадавших с огнестрельными ранениями голени и стопы, находившихся на лечении в клинике военной травматологии и ортопедии Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова с 2022 по 2024 г. Все пострадавшие были лицами мужского пола в возрасте от 19 до 53 лет ($35,0 \pm 12,5$ года). Распределение огнестрельных дефектов по локализации было следующим: средняя треть голени — 18 (16,1 %), нижняя треть голени — 38 (33,9 %), пяточная область — 31 (27,7 %) и средний отдел стопы — 25 (22,3 %) случаев. Площадь дефектов варьировалась в пределах 35–165 см² (в среднем $105 \pm 35,5$ см²) (табл.).

Среди сопутствующих повреждений в 98 (87,5 %) случаях преобладали переломы костей. Переломы с дефектом костей голени и стопы составили 45 (40,2 %) и 32 (28,6 %) случая соответственно. Реже встречались оскольчатые переломы с дефектом пяточной кости — 21 (18,7 %). Следующими сопутствующими повреждениями по частоте распространения являлись дефекты ахиллова сухожилия — 14 (12,5%). Подавляющее большинство раненных (82 постра-

Таблица
Распределение пострадавших в зависимости от площади дефекта мягких тканей
Table
Distribution of victims depending on the area of soft tissue defect

Площадь дефекта мягких тканей Soft tissue defect area	Всего / Total	
	абс. / abs.	%
Менее 50 см ² / Less than 50 cm ²	36	32.1
От 50 см ² до 100 см ² / 50–100 cm ²	22	19.7
От 100 см ² до 150 см ² / 100–150 cm ²	40	35.7
Более 150 см ² / More than 150 cm ²	14	12.5
Итого / Total	112	100

давших, или 73,2 %) имели сочетанный характер повреждений. Из них у 34 (41,5 %) были повреждения верхних конечностей, у 16 (19,5 %) — промежности и таза, у 14 (17 %) — туловища, а у 13 (15,9 %) — головы, а также в 5 (6%) случаях отмечено сочетанное поражение трех и более анатомических областей. Все пациенты имели такой фактор риска осложнений, как курение.

Результаты посевов у пострадавших выявили 131 случай раневой микрофлоры с преобладанием таких возбудителей как *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, в том числе варианты микстинфекции, включающие от 2 до 3 возбудителей (рис. 1).

Для замещения дефекта мягких тканей во всех наблюдениях использовали суральный кожно-фасциальный лоскут на дистальной питающей ножке. Длительность предоперационного периода составляла от 8 до 83 дней (в среднем $11,0 \pm 2,3$ дня), операции — от 95 до 270 мин (в среднем $120,0 \pm 25,5$ мин). Площадь пересаживаемого комплекса тканей варьировалась от 20 до 170 см². Размеры ножки составляли в ширину 4,0–6,0 см и в длину — 7,0–14,0 см.

В процессе предоперационного обследования и планирования оперативного вмешательства выполняли стандартные лабораторные исследования крови и мочи, использовали рентгенографию конечности в прямой и боковой проекции, при необходимости — компьютерную томографию. Выполняли также доплерографию, которая позволяла идентифицировать перфорантную ветвь малоберцовой артерии на задней поверхности голени в проекции задней межмышечной перегородки на 4–7 см проксимальнее вершины наружной лодыжки. Обнаруженный перфорант служил дистальной точкой ротации. Анатомическим ориентиром была зона, отстоящая от вершины латеральной лодыжки проксимальнее на 6–8 см.

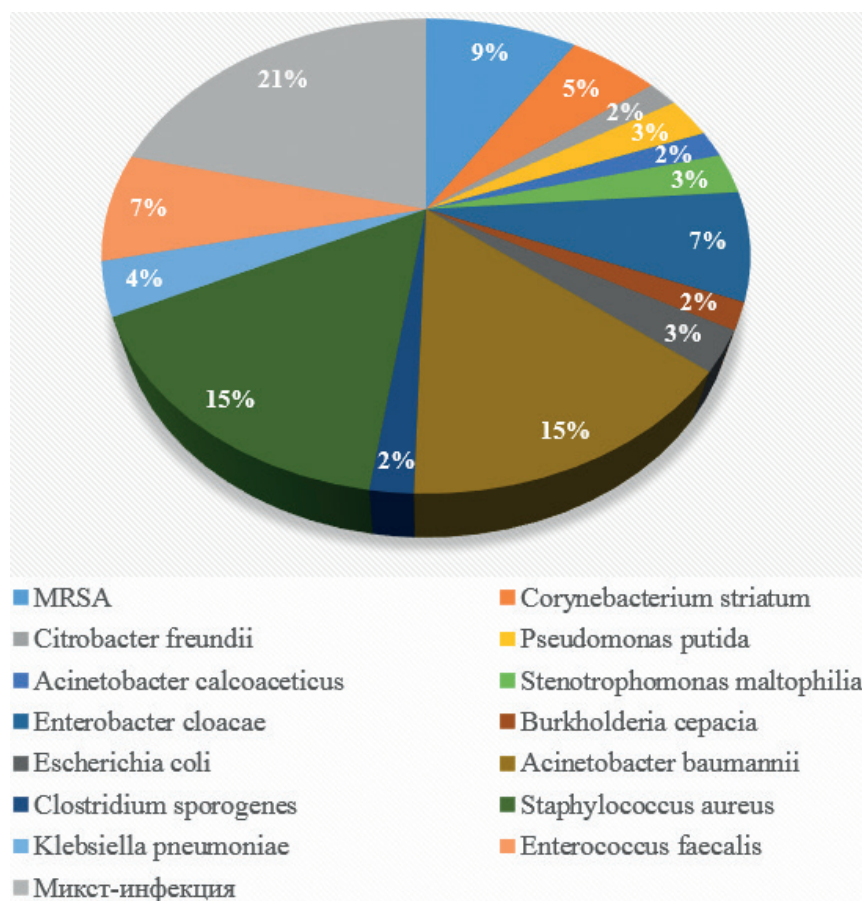
Формирование лоскута необходимого размера планировали по задней поверхности нижней или средней трети голени, по оси, про-

Рисунок 1

Выявленная раневая микрофлора у пострадавших

Figure 1

Identified wound microflora in victims



ходящей между головками икроножной мышцы и задним краем малоберцовой кости, соответствующей ходу поверхностной суральной артерии и нерва. Первично выполняли поперечный разрез проксимально в области вершины лоскута и выделяли входящие в его состав артерию, малую подкожную вену и суральный нерв. Далее выделяли и мобилизовали кожно-фасциальный лоскут дистально, в направлении сосудистой ножки. В состав формируемого лоскута всегда включали собственную фасцию голени. Ширина питающей ножки составляла не менее 4 см для максимального включения сосудистых анастомозов, обеспечивающих устойчивый характер кровоснабжения выделенного комплекса тканей. Затем перевязывали и пересекали сосуды в проксимальном отделе лоскута. После этого комплекс тканей аккуратно перемещали и подшивали узловыми швами к краям дефекта. Донорскую зону при ширине лоскута

до 7 см обычно удавалось закрыть первичным швом.

В послеоперационном периоде проводили комплексную инфузионную терапию с применением низкомолекулярных антикоагулянтов, антибиотиков, антиагрегантную и спазмолитическую терапию, адекватное обезболивание. Всем пациентам обеспечивали возвышенное положение конечности с помощью шины Беллера или индивидуальной «рамкой», выполненной из элементов аппарата комплекта стержневого военно-полевого (КСВП) (рис. 2). По показаниям проводилась оксигенобаротерапия, при появлении признаков нарушения венозного оттока применяли гирудотерапию или использовали интраоперационно установленный внутривенный катетер. Больным разрешали присаживаться и вставать без опоры на прооперированную конечность на 5–7-е сутки от момента операции. Во время трех оперативных вмешательств при ротации на 180° выделенного

комплекса тканей диагностировали декомпенсированную венозную недостаточность лоскута. В этих случаях выделенный лоскут возвращали на донорское ложе с последующим, через 10–12 дней, окончательным замещением им первичного дефекта.

Результаты исследований заносили в электронную базу данных, составленную с помощью программы Excel (в составе программного пакета Microsoft Office 2019). Ввод, накопление, хранение, первичную сортировку и статистическую обработку данных исследования осуществляли с использованием персонального компьютера и программного обеспечения, в том числе модулей Excel «Анализ данных» и «Мастер диаграмм», а также пакета программ для статистической обработки SPSS Statistica v. 26 (IBM, США).

Для проверки распределения количественных показателей на нормальность применялся критерий Колмогорова — Смирнова с коррекцией Лиллиефорса. Количественные показатели с нормальным распределением описывались в виде среднеквадратического отклонения, а также абсолютного и относительного значений n (абс., %).

РЕЗУЛЬТАТЫ

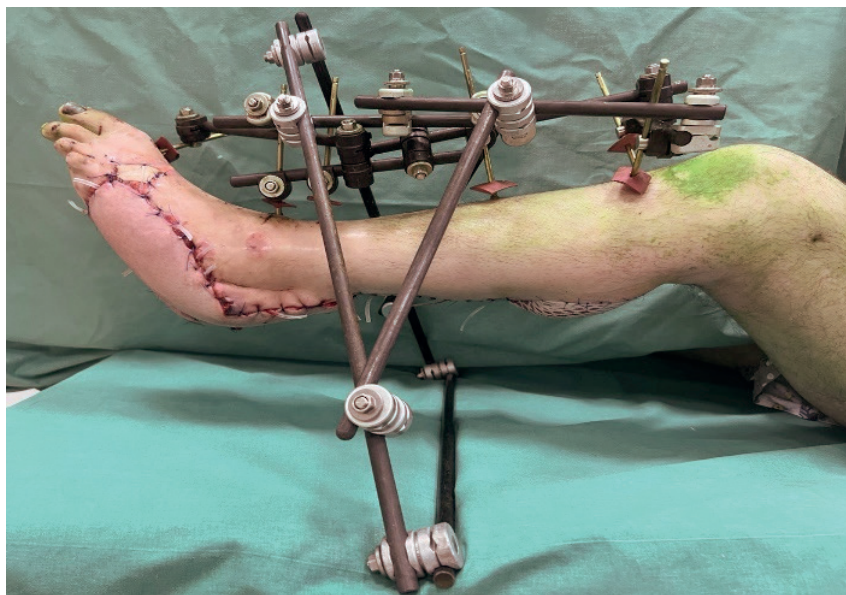
В раннем послеоперационном периоде в 20 (17,9 %) наблюдениях отмечены осложнения в виде некрозов, из которых 12 (10,7 %) были частичными и 8 (7,2%) — тотальными. Причиной последних у половины пострадавших явились нарушения кровоснабжения, а у второй части исследуемых — глубокая инфекция, в результате чего пациентам выполняли этапные некрэтомии, радикальные вторичные хирургические обработки, применяя при этом методику лечения ран отрицательным давлением с последующим повторным замещением первичных мягкотканых дефектов. При лечении пациентов с переломами костей голени и стопы в большинстве случаев (76 пострадавших, или 77,6 %) окончательную фиксацию осуществляли аппаратом Илизарова. Остальным раненым выполняли последовательный остеосинтез интрамедул-

Рисунок 2

Послеоперационная иммобилизация с возвышенным положением конечности при помощи индивидуальной «рамки», смонтированной из элементов аппарата комплекта стержневого военно-полевого

Figure 2

Postoperative immobilization with an elevated position of the limb using an individual “frame” assembled from elements of the military field rod complex



лярным гвоздем или пластиной — в 15 (15,3 %) и 7 (7,2 %) случаях соответственно.

Отдаленные результаты лечения отслежены у 34 (30,4 %) пострадавших. Сроки наблюдения составили от 10 до 22 месяцев после операции (в среднем 14 ± 4 месяца). Большинство из них (24, или 21,4 %) имели раневые дефекты голени, которые локализовались на уровне средней и нижней трети сегмента, составив 15 (13,4 %) и 9 (8,0 %) случаев соответственно. Ранения пяточной области имели 2 (1,8 %), а среднего отдела стопы — 8 (7,1 %) пострадавших. Восстановленные мягкотканые покровы в дальнейшем позволили выполнить следующие реконструктивные операции: реконструкция ахиллова сухожилия (2 случая, или 1,8 %), сухожилий разгибателей стопы и пальцев (1 случай, или 0,9 %), двухэтапное замещение дефектов плюсневых костей методом индуцированной мембраны (4 случая, или 3,6 %) и двухэтапный последовательный остеосинтез переломов костей голени (8 случаев, или 7,1 %). У всех пациентов достигнуто сращение перелома костей голени в сроки от 6 до 14 месяцев, в среднем $8,5 \pm$

2,5 месяца. Для сращения костей стопы в зависимости от локализации перелома и способа лечения в среднем потребовалось $7,5 \pm 3$ месяца (4–16 месяцев).

Во всех представленных случаях отмечена неосложненная полная перестройка перемещенного су- рального лоскута с удовлетворительным косметическим результатом. При оценке качества жизни пострадавших при помощи шкалы опросника SF-36 значения «общего физического благополучия» колебались от 29,8 до 54,2 балла (в среднем $38,2 \pm 8,3$ балла), а показатели «общего душевного благополучия» — от 39,1 до 57,3 балла (в среднем $49,4 \pm 5,6$ балла).

КЛИНИЧЕСКИЙ ПРИМЕР

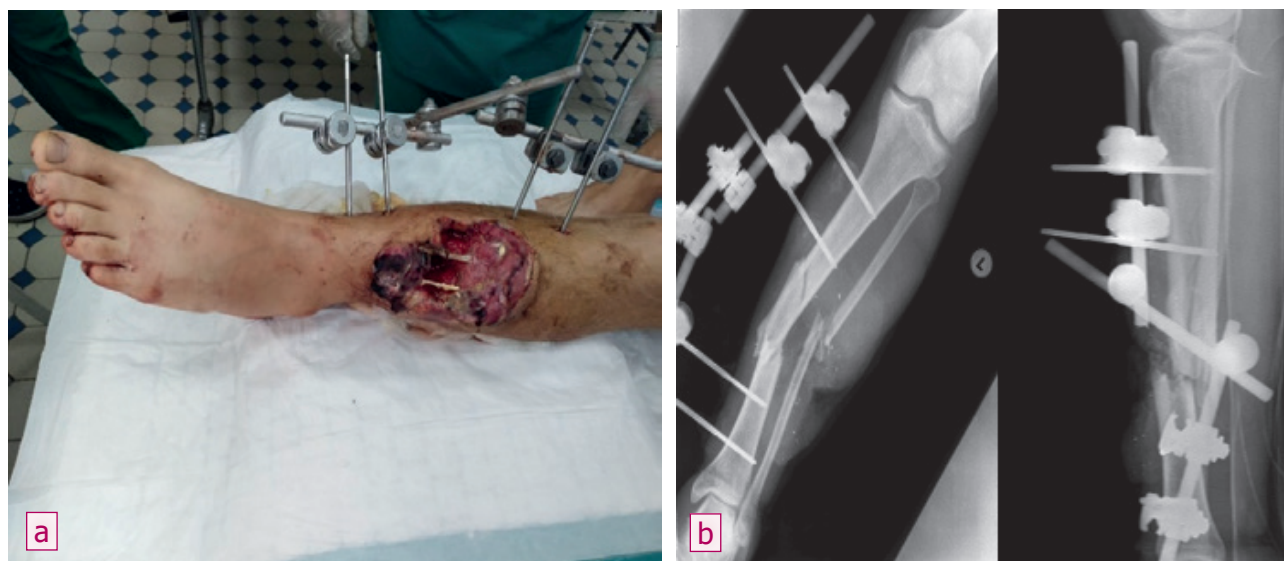
Раненый III. 36 лет при исполнении служебных обязанностей получил минно-взрывное ранение левой голени. Последовательно ему оказывалась медицинская помощь на этапах медицинской эвакуации. На 5-е сутки раненый госпитализирован в клинику военной травматологии и ортопедии, установлен окончательный диагноз: *Изолированное огнестрельное осколочное ранение средней трети левой*

Рисунок 3

Левая голень раненого Ш., фиксированная аппаратом комплекта стержневого военно-полевого: а) внешний вид; б) рентгенограммы в двух проекциях

Figure 3

Left shin of the wounded Sh., fixed with the military field rod complex: а) external appearance; б) radiographs in two projections



голену с многооскольчатый переломом большеберцовой и малоберцовой костей, фиксированных аппаратом внешней фиксации, с повреждением сухожилия передней большеберцовой мышцы, сухожилий длинных разгибателей 1–5-го пальцев левой стопы, обширный дефект мягких тканей передне-наружной поверхности, посттравматическая невропатия малоберцового нерва на уровне средней трети левой голени (рис. 3).

В дальнейшем пострадавшему под сочетанной анестезией с промежутком в 5 суток выполнены этапные операции: повторные хирургические обработки раны левой голени, установка VAC-системы. Достигнуто неосложненное течение раневого процесса (рис. 4).

На 20-е сутки после ранения в положении лежа на животе под сочетанной анестезией выполнена этапная операция: кожная пластика дефекта мягких тканей по передне-наружной поверхности левой голени несвободным кровоснабжаемым суральным кожно-фасциальным лоскутом на дистальной сосудистой ножке, аутодерматомная пластика донорского ложа свободным кожным лоскутом левого бедра (рис. 5). Время оперативного вмешательства — 105 мин. Площадь лоскута составила 130 см².

Ранний послеоперационный период осложнился нагноением гематомы в области раневого дефекта. С целью санации очага инфекции, создания условий для заполнения раневой полости грануляционной тканью и стабилизации отломков костей левой голени на 7-е сутки после реконструктивной операции выполнена этапная операция: вторичная хирургическая обработка

раны левой голени, демонтаж аппарата КСВП, закрытая репозиция, остеосинтез костей левой голени аппаратом Илизарова, установка проточно-промывной системы под кожно-фасциальным лоскутом левой голени.

По результатам посевов раневого отделяемого выявлены следующие возбудители: *Burkholderia cepacia* — 10⁷, *Pseudomonas putida* —

Рисунок 4

Вид огнестрельной раны левой голени после этапных хирургических обработок

Figure 4

View of the gunshot wound to the left leg after staged surgical treatments



107. В связи с этим скорректирована антибактериальная терапия и достигнуто заживление раны вторичным натяжением.

На 37-е сутки после госпитализации раненый в удовлетворительном состоянии был переведен для долечивания в другое медицинское учреждение. Через 7 месяцев после полученного ранения диагностирована полная консолидация перелома костей левой голени, аппарат Илизарова был демонтирован (рис. 6).

Через месяц, в связи с сохраняющимся отсутствием активного разгибания как пальцев, так и самой левой стопы, пациент был повторно госпитализирован в клинику военной травматологии и ортопедии, где по поводу застарелого повреждения сухожилия передней большеберцовой мышцы и сухожилий длинных разгибателей 1–5-го пальцев левой стопы была выполнена операция: замещение сухожильных дефектов аутотрансплантатами нежной и полусухожильной мышц левого бедра с анкерной фиксацией к верхней трети большеберцовой кости. Послеоперационный период протекал без осложнений, заживление ран первичным натяжением. Имобилизация левой стопы под углом 90° в течение 8 недель. Достигнут удовлетворительный косметический и функциональный результат (рис. 7).

ОБСУЖДЕНИЕ

Реконструкция дефектов мягких тканей нижней трети голени и стопы, образованных в результате такой высокоэнергетической травмы, как огнестрельное ранение, представляет собой сложную задачу для травматологов-ортопедов. Как правило, эти травмы имеют полиструктурный характер повреждений, высокий уровень контаминации, вероятность нарушения кровоснабжения дистально расположенных сегментов и развития инфекционных осложнений. Для восполнения мягкотканых дефектов были описаны различные методики, не требующие микрохирургических компетенций, такие как перемещение локальных, перфорантных, а также несвободных островковых перфорантных лоскутов по технологии

Рисунок 5

Этапы операции замещения дефекта левой голени суральным лоскутом на дистальной сосудистой ножке: а) выделенный лоскут перемещен на переднюю поверхность голени; б) раневой дефект замещен перемещенным комплексом тканей

Figure 5

Stages of the operation to replace the defect of the left leg with a sural flap on a distal vascular pedicle: a) the isolated flap is moved to the anterior surface of the leg; b) the wound defect is replaced with the moved tissue complex

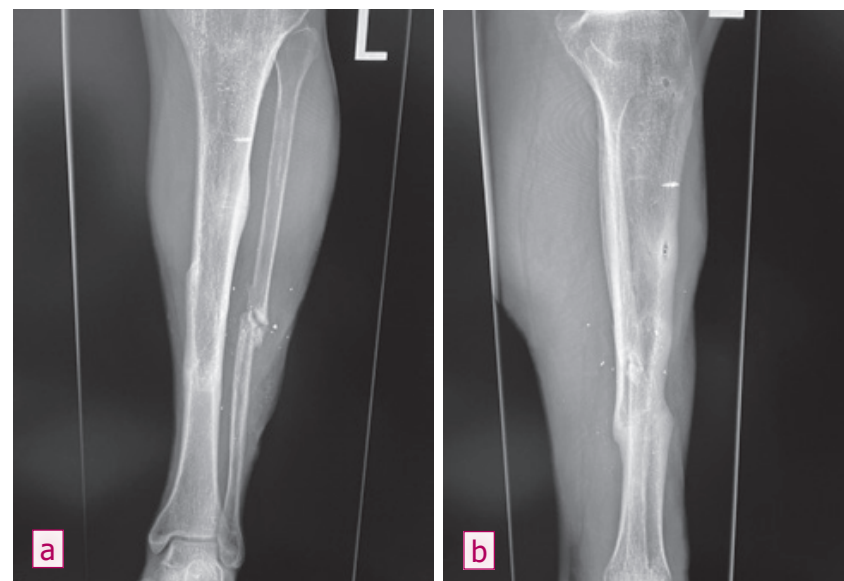


Рисунок 6

Рентгенограммы левой голени раненого Ш. через 7 месяцев после огнестрельного ранения: а) прямая проекция; б) боковая проекция

Figure 6

X-rays of the left shin of the wounded Sh. 7 months after the gunshot wound: a) direct projection; b) lateral projection



KPIF (keystone perforator island flaps — перфорантный островковый кейстоун-лоскут), и другие.

Однако основной проблемой использования местных тканей является ограниченная подвижность кожи и плохая васкуляризация. Поскольку местных донорских тканей в этой области часто недостаточно или они находятся в зоне повреждения, микрохирургическая реконструкция остается стандартом для

лечения этих сложных ран [9]. Тем не менее даже при ее многочисленных преимуществах, свободная кровоснабжаемая пересадка комплексов тканей имеет и ряд недостатков, а именно более длительное время операции, хирургическую травму сосудов реципиента, необходимость наличия в штате специалиста в области микрохирургии, а также дорогостоящего оборудования [10]. В то же время, с позиции

Рисунок 7

Вид прооперированной левой голени через 2 года после операции: а) спереди, б) сбоку, с) сзади

Figure 7

View of the operated left leg 2 years after the operation: a) from the front, b) from the side, c) from the back



используемой в пластической хирургии реконструктивной лестницы, региональный лоскут является хорошей альтернативой свободно-му кровоснабжаемому комплексу тканей.

На сегодняшний день многие хирурги при указанной патологии считают лоскутом выбора несвободный суральный кожно-фасциальный на дистальной питающей ножке [11, 12, 13], общепризнанными преимуществами которого является его техническая простота выделения, длинная ножка, широкая арка ротации, минимальный ущерб для донорской области, сохранение магистральных артерий, возможность включения в кожно-фасциальный лоскут большей части задней поверхности голени, а также низкий профиль и объем лоскута. По сравнению с другими местными и региональными лоскутами, он имеет большую дугу вращения, чем лоскуты короткого разгибателя пальцев стопы и короткой малоберцовой мышцы [14, 15], не требует длительной иммобилизации и сложного позиционирования конечности при применении перекрестных лоскутов с противоположной голени [16], а также более надежен, чем латеральный надлодыжечный лоскут [17].

В то же время при всей своей универсальности суральный лоскут

имеет значительные проблемные места. Так, венозная недостаточность является хорошо известным осложнением из-за наличия клапанов в глубокой венозной системе, которые препятствуют непрерывному ретроградному венозному оттоку [18, 19]. М. F. Almeida и соавт. [20] описали венозную недостаточность как одну из основных причин некроза лоскута в серии клинических случаев из 71 пациента, где 25 % лоскутов продемонстрировали частичный или полный некроз. Неясно, сколько из этих лоскутов показали признаки венозного стаза, но было сделано предположение, что более крупные лоскуты имели данную проблему чаще.

Группа других исследователей, выполнив ретроспективный анализ 89 статей, описывающих опыт пересадок 2592 лоскутов, установила, что общая частота осложнений составила 25,19 % (653 из 2592) [21]. Наиболее тяжелое осложнение — тотальный некроз лоскута — наблюдалось только у 2,5 % пациентов. Аналогичным образом в ходе метаанализа 50 статей, включавших 720 лоскутов, проведенного К. E. Follmar и соавт., сообщалось о полном некрозе лоскутов у 3,3 % (24 из 720) пациентов [22]. Эти данные сопоставимы с исследованиями J.W. Wei и соавт. из Китая, в которых было использовано

179 лоскутов от 175 пациентов. В этом исследовании общая частота осложнений составила 21,22 % при отсутствии полной потери лоскута [23].

К. В. Sugg и соавт. описывают еще больший показатель частичного и полного некроза для всех лоскутов, который составил у пациентов группы контроля 30 % при общем показателе осложнений 70 % (19 из 27 лоскутов) [24]. В своем исследовании они предположили, что нарушение венозного оттока было вызвано недостаточным размером ножки по сравнению с объемом ткани самого лоскута. Так, одним из способов улучшения этого было увеличение ширины ножки до 4 см и сохранение кожи. Другой альтернативой было удаление кожи со всего лоскута и создание адипофасциального комплекса тканей. Теоретическое преимущество этой модификации заключалось в снижении венозного возврата за счет уменьшения общего объема тканей лоскута. Профилактика венозной недостаточности лоскута возможна при использовании анастомоза малой подкожной вены, включенной в лоскут, либо с большой подкожной веной, или с тыльной веной стопы [25]. Данный способ описан в литературе, но не получил широкого клинического распространения. Приведенные в источниках объяс-

нения широкого ряда выявленных осложнений описывают наличие сопутствующих заболеваний у пациентов, разность в ширине ножки, применение подкожного туннеля при транспозиции, а также значительные размеры лоскута [26–28].

Необходимо отметить, что в проведенном нами исследовании доля осложнений в виде некрозов лоскутов (17,9 % — общее количество, 10,7 % — частичные, 7,2 % — тотальные) при лечении самой тяжелой категории пострадавших — раненых, оказались близки к уровню таковых, полученных при лечении пострадавших с бытовой травмой. Результаты работы свидетельствуют, что для максимальной выживаемости сурального лоскута у раненых в конечности первостепенное значение имеют соблюдение принципов хирургической обработки огнестрельных ран и техника выделения лоскута, при которой ширина питающей ножки должна быть не менее 4 см.

В целом наша работа имеет ряд ограничений, главным из которых является относительно небольшое количество отслеженных пациентов в отдаленном послеоперационном периоде, что обуславливает це-

лесообразность дальнейшего накопления опыта лечения раненых с дефектами дистальных отделов нижней конечности и углубленного изучения рассматриваемой проблемы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Огнестрельные ранения голени и стопы ведут к выраженным нарушениям функции конечности, требующая длительного, дорогостоящего, многоэтапного хирургического, а также комплексного реабилитационного лечения в условиях специализированных стационаров, что, в свою очередь, не всегда приводит к удовлетворяющему пациента результату.

Кожно-фасциальный суральный лоскут на дистальной питающей ножке имеет осевой тип кровоснабжения и способен закрывать большие дефекты, в том числе в средней и нижней трети голени, а также большую часть проксимального отдела стопы. В то же время использование лоскута не вызывает технических сложностей и не продолжительно по времени его выделения, позволяет сохранить магистральный кровоток на травмированном сегменте и выполнить

оперативное вмешательство без привлечения специалиста в реконструктивной хирургии, что особенно важно в условиях массового поступления раненных в конечности. Главным недостатком указанного лоскута, порой нивелирующим его преимущества, является высокая частота (20–25 %) развития нарушения венозного оттока, что, в свою очередь, может приводить к некрозу лоскута различных размеров (от краевого до тотального).

В целом результаты выполненного исследования подтверждают эффективность использования сурального лоскута на дистальной питающей ножке в реконструктивной хирургии раненных в нижние конечности, подчеркивают важность индивидуального подхода и могут служить основой для разработки новых методик лечения такой сложной боевой патологии.

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. Yurkevich VV, Chuguy EV. Microsurgical autotransplantation of tissues - a new direction in reconstructive and plastic microsurgery in the treatment of combat injuries of the extremities. *Bulletin of emergency and reconstructive surgery*. 2019; 4(3):141-148. Russian (Юркевич В. В., Чугуй Е. В. Микрохирургическая аутоотрансплантация тканей – новое направление в реконструктивно-восстановительной и пластической микрохирургии при лечении боевой травмы конечностей // Вестник неотложной и восстановительной хирургии. 2019. Т. 4, № 3. С. 141-148.)
2. Khomeinets VV, Shchukin AV, Mikhailov SV, Shakun DA, Endovitskaya MV, Zakharov MV. Experience of treatment of a victim with severe mechanical trauma of the lower limb against the background of uncompensated ischaemia (clinical case). *Traumatology and Orthopaedics of Russia*. 2020;26(1):153-163. Russian (Хоминец В. В., Щукин А. В., Михайлов С. В., Шакун Д. А., Ендовитская М. В., Захаров М. В. Опыт лечения пострадавшего с тяжелой механической травмой нижней конечности на фоне некомпенсированной ишемии (клинический случай) // Травматология и ортопедия России. 2020. Т. 26, №1. С. 153-163. DOI: 10.21823/2311-2905-2020-26-1-153-163.)
3. Lychagin AV, Gritsyuk AA, Korytin VS. Distant consequences of shin wounds. *Bulletin of Surgery named after I. I. Grekov*. 2022; 181(1): 80-87. Russian (Лычагин А. В., Грицюк А. А., Корытин В. С. Отдаленные последствия ранений голени. Вестник хирургии имени И. И. Грекова. 2022. Т. 181, №1. С. 80–87. DOI: 10.24884/0042-4625-2022-181-1-80-87.)
4. Shibaev EY, Ivanov PA, Kisel DA, Nevedrov AV. Closure of soft tissue defects in severe open fractures of the tibia bones. *Polytrauma*. 2012;(1):21-31. Russian (Шибяев Е. Ю., Иванов П. А., Кисель Д. А., Неведров А. В. Закрытие дефектов мягких тканей при тяжелых открытых переломах костей голени // Политравма. 2012. № 1. С. 21-31.)
5. Tsvetkov VO, Kolovanova OV, Soloveva AM, Asriev EA. A partially de-epithelized sural flap with a distal vascular pedicle in the treatment of distal tibial osteomyelitis. *Wounds and wound infections. The Prof. B. M. Kostyuchenok Journal*. 2022;9(2):12-17. Russian (Цветков В. О., Колованова О. В., Соловьева А. М., Асриев Е. А. Использование частично деэпителизированного сурального лоскута на дистальной сосудистой ножке в комплексе лечения остеомиелита дистального отдела большеберцовой кости. Раны и раневые инфекции // Журнал им. проф. Б. М. Костюченка. 2022. Т. 9, №2. С. 12-17. DOI: 10.25199/2408-9613-2022-9-2-12-17.)
6. Donski PK, Fogdestam I. Distally based fasciocutaneous flap from the sural region. A preliminary report. *Scand J Plast Reconstr Surg*. 1983;17(3):191-196. DOI: 10.3109/02844318309013118.
7. Masquelet AC, Romana MC, Wolf G. Skin island flaps supplied by the vascular axis of the sensitive superficial nerves: anatomic study and clinical experience in the leg. *Plast Reconstr Surg*. 1992; 6(89):1115-1121. DOI: 10.1097/00006534-199206000-00018.
8. Kochish AYU. Anatomical and clinical substantiation of plastic surgery with axial complex skin flaps on the lower limb. Abstracts of PhD in medicine. Saint Petersburg, 1998. 558 p. Russian (Кочиш А. Ю.

Анатомо-клинические обоснования пластики осевыми сложными кожными лоскутами на нижней конечности: дис. ... д-ра мед. наук. Санкт-Петербург, 1998. 558 с.)

9. Saint-Cyr M, Wong C, Buchel EW, Colohan S, Pederson WC. Free tissue transfers and replantation. *Plast Reconstr Surg.* 2012; 130(6):858e-878e. DOI: 10.1097/PRS.0b013e31826da2b7.
10. Zenn MR, Levin LS. Microvascular reconstruction of the lower extremity. *Semin Surg Oncol.* 2000;19:272–281.
11. Liette JL, Green C, Rodriguez P, Masadeh S. The reverse sural artery flap: a reliable and versatile flap for wound coverage of the distal lower extremity and hindfoot. *Clin Podiatr Med Surg.* 2020;37(4):699-726. DOI: 10.1016/j.cpm.2020.05.004.
12. Daar DA, Abdou SA, David JA, Kirby DJ, Wilson SC, Saadeh PB. Revisiting the reverse sural artery flap in distal lower extremity reconstruction: a systematic review and risk analysis. *Ann Plast Surg.* 2020;84(4):463-70. DOI: 10.1097/SAP.00000000000004115.
13. Shtutin AA, Mikhailichenko VYu, Shtutin IA, Samarin SA. Features of plastic closure of wound defects of distal parts of the lower limb by a sural flap. *Plastic surgery and aesthetic medicine.* 2021;1:52-57. Russian (Штутин А. А., Михайличенко В. Ю., Штутин И. А., Самарин С. А. Особенности пластического закрытия раневых дефектов дистальных отделов нижней конечности суральным лоскутом // Пластическая хирургия и эстетическая медицина. 2021. № 1. С. 52–57. DOI:10.17116/plast.hirurgia202101152.)
14. Neiman R, Finkemeier CG, Swentik AG. Distally based peroneus brevis rotation flap. *J Orthop Trauma.* 2020;34(2):44-45. DOI: 10.1097/BOT.0000000000001823.
15. Woussen A, Feuvrier D, Woussen É, Fageot J, Sergent P, Leclerc G, et al. Extensor digitorum brevis muscle flap for lower extremity coverage in a context of posttraumatic sepsis. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2021;107(4):102-901. DOI: 10.1016/j.otsr.2021.102901.
16. Tkachenko MV, Khominets VV, Ivanov VS, Kitachev KV. Long-Term treatment outcome of a patient with extensive circular soft tissue defect of the distal third of the lower extremity: a case report. *Traumatology and Orthopedics of Russia.* 2024;30(1):110-119. Russian (Ткаченко М. В., Хоминец В. В., Иванов В. С., Китачёв К. В. Отдаленный результат лечения пациента с обширным циркулярным дефектом мягких тканей нижней трети голени: клинический случай // Травматология и ортопедия России. 2024; Т. 30, №1. С. 110-119. DOI: 10.17816/2311-2905-17472)
17. Nguyen TN, Trong Mai T, Cao T, Thai TT. Lateral supramalleolar flap for soft-tissue coverage of ankle and foot defects. *J Plast Surg Hand Surg.* 2023;57(1-6):459-465. DOI: 10.1080/2000656X.2022.2152826.
18. Baumeister SP, Spierer R, Erdmann D, et al. A realistic complication analysis of 70 sural artery flaps in a multimorbid patient group. *Plast Reconstr Surg.* 2003;112:129–140.
19. Agarwal P, Sharma D, Kukrele R. Arteriovenous supercharging: a novel approach to improve reliability of the distally based sural flap. *Trop Doct.* 2021; 51(3):339-344. DOI: 10.1177/00494755211020854.
20. Almeida MF, da Costa PR, Okawa RY. Reverse-flow island sural flap. *Plast Reconstr Surg.* 2002;109:583–591. DOI: 10.1097/00006534-200202000-00027
21. Tripathi S, Basnet SJ, Lamichhane A, Hariani L. How safe is reverse sural flap? A systematic review. *ePlasty* 2022;22:e18. Epub June 2022.
22. Follmar KE, Baccarani A, Baumeister SP, Levin LS, Erdmann D. The distally based sural flap. *Plast Reconstr Surg.* 2007;119(6):138e-148e. DOI: 10.1097/01.prs.0000259203.79909.7e.
23. Wei JW, Dong ZG, Ni JD, Liu LH, Luo SH, Luo ZB, et al. Influence of flap factors on partial necrosis of reverse sural artery flap: a study of 179 consecutive flaps. *J Trauma Acute Care Surg.* 2012;72(3):744-750. DOI: 10.1097/TA.0b013e31822a2f2b.
24. Sugg KB, Schaub TA, Concannon MJ, Cederna PS, Brown DL. The reverse superficial sural artery flap revisited for complex lower extremity and foot reconstruction. *Plastic and Reconstructive Surgery - Global Open.* 2015;3(9):e519. DOI:10.1097/gox.0000000000000500
25. Tan O, Atik B, Bekerecioglu M. Supercharged reverse flow sural flap: a new modification increasing the reliability of the flap. *Microsurgery.* 2005;25:36–43.
26. Cho AB, Ferreira CHV, de Mendonça PGM, Sorrenti L, Kiyohara LY. Harvesting sural flap with covered pedicle. *Acta Ortop Bras.* 2023;31:e257-850. DOI: 10.1590/1413-785220233101e257850.
27. Peng P, Dong Z, Liu L, Wei J, Luo Z, Cao S. Clinical study of modified technique to reduce partial necrosis rate of distally pedicled sural flap. *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi.* 2021;35(6):750-755. Chinese. DOI: 10.7507/1002-1892.202101105.
28. Foran MP, Schreiber J, Christy MR, Goldberg NH, Silverman RP. The modified reverse sural artery flap lower extremity reconstruction. *J Trauma.* 2008;64(1):139-43. DOI: 10.1097/01.ta.0000240981.24052.e9.

Сведения об авторах:

Хоминец В.В., д.м.н., профессор, полковник медицинской службы, начальник кафедры (клиники) военной травматологии и ортопедии Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова; главный травматолог МО РФ, г. Санкт-Петербург, Россия.

Ткаченко М.В., к.м.н., полковник медицинской службы, старший преподаватель кафедры военной травматологии и ортопедии Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова, г. Санкт-Петербург, Россия.

Иванов В.С., подполковник медицинской службы, помощник начальника кафедры военной травматологии и ортопедии по лечебной работе Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова, г. Санкт-Петербург, Россия.

Майндрова К.М., врач травматолог-ортопед клиники военной травматологии и ортопедии Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова, г. Санкт-Петербург, Россия.

Information about authors:

Khominets V.V., MD, PhD, professor, colonel of medical service, chief of department (clinic) of military traumatology and orthopedics, Kirov Military Medical Academy; chief traumatologist of the Ministry of Defense of the Russian Federation, Saint Petersburg, Russia.

Tkachenko M.V., candidate of medical sciences, colonel of medical service, senior lecturer, department of military traumatology and orthopedics, Kirov Military Medical Academy, Saint Petersburg, Russia.

Ivanov V.S., lieutenant-colonel of medical service, assistant of chief of department of military traumatology and orthopedics, Kirov Military Medical Academy, Saint Petersburg, Russia.

Mayndurova K.M., traumatologist-orthopedist, clinic of military traumatology and orthopedics, Kirov Military Medical Academy, Saint Petersburg, Russia.

Лисина Е.П., врач травматолог-ортопед клиники военной травматологии и ортопедии Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова, г. Санкт-Петербург, Россия.

Оверчук И.М., курсант 6 курса 2 факультета Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова, г. Санкт-Петербург, Россия.

Хохленко Г.В., курсант 6 курса 2 факультета Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова, г. Санкт-Петербург, Россия.

Адрес для переписки:

Иванов Виталий Сергеевич, ул. Боткинская 13, г. Санкт-Петербург, Россия, 194044

Тел: +7 (921) 404-66-60

E-mail: ivanovka78@gmail.com

Статья поступила в редакцию 06.05.2025

Рецензирование пройдено 03.06.2025

Подписано в печать 05.08.2025

Lisina E.P., traumatologist-orthopedist, clinic of military traumatology and orthopedics, Kirov Military Medical Academy, Saint Petersburg, Russia.

Overchuk I.M., 6th year cadet, 2th faculty, Kirov Military Medical Academy, Saint Petersburg, Russia.

Khokhlenko G.B., 6th year cadet, 2th faculty, Kirov Military Medical Academy, Saint Petersburg, Russia.

Address for correspondence:

Ivanov Vitaly Sergeevich, Botkinskaya St., 13, Saint Petersburg, Russia, 194044

Tel: +7 (921) 404-66-60

E-mail: ivanovka78@gmail.com

Received 06.05.2025

Review completed 03.06.2025

Passed for printing 05.08.2025



ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ МИННО-ВЗРЫВНОГО РАНЕНИЯ С ФОРМИРОВАНИЕМ ЛОЖНОЙ АНЕВРИЗМЫ ПОДКОЛЕННОЙ АРТЕРИИ В УСЛОВИЯХ ВОЕННО-ПОЛЕВОГО ГОСПИТАЛЯ ЗОНЫ СПЕЦИАЛЬНОЙ ВОЕННОЙ ОПЕРАЦИИ

SURGICAL TREATMENT OF A MINE-BLAST WOUND WITH THE FORMATION OF A FALSE ANEURYSM OF THE POPLITEAL ARTERY IN THE CONDITIONS OF A FIELD HOSPITAL OF THE SPECIAL MILITARY OPERATION ZONE

Холматов В.Н. Kholmатов V.N.
Казанцев А.Н. Kazantsev A.N.
Болибок Н.В. Bolibok N.V.
Беляй Ж.М. Belyai Zh.M.
Тенишев Р.Р. Tenishev R.R.
Гаптракипов И.Х. Gaptrakipov I.Kh.

ФГКУ «36 отдельный медицинский отряд (аэромобильный) воздушно-десантных войск» Министерства обороны Российской Федерации, зона Специальной военной операции

36th Separate Medical Detachment (Airmobile) of Airborne Troops of the Ministry of Defense of the Russian Federation, Special Military Operation Zone

Минно-взрывные ранения являются одними из самых распространенных в ходе ведения Специальной военной операции (СВО). Нередко поражающие элементы повреждают магистральные артерии с формированием ложных аневризм.

Цель исследования — демонстрация успешного хирургического лечения двух пациентов с ложной аневризмой подколенной артерии (ПКА) ниже щели коленного сустава в военно-полевом госпитале зоны СВО.

Материал и методы. В первом клиническом примере по данным ультразвукового исследования (УЗИ) выявлена псевдоаневризма ПКА ниже щели коленного сустава с полным отрывом бифуркации задней и передней большеберцовых артерий. Выполнена экстренная операция — удаление ложной аневризмы, анастомоз «конец-в-конец» между ПКА и передней большеберцовой артерией, подколенно-заднебольшеберцовое аутовенозное протезирование. Послеоперационный период протекал без особенностей. Во втором клиническом примере по данным УЗИ выявлена псевдоаневризма ПКА ниже щели коленного сустава с полным разрывом ПКА. Выполнено аутовенозное протезирование ПКА. Послеоперационный период протекал без особенностей.

Результаты. В результате реализованных реконструктивных вмешательств восстановлен кровоток в нижней конечности, симптомы острой ишемии конечности регрессировали.

Заключение. Всем пациентам с осколочным ранением конечностей необходимо рутинное УЗИ области поражения с целью превентивного выявления ложных артериальных аневризм. Аутовенозное протезирование артерии после удаления ложной аневризмы может быть операцией выбора при хирургическом лечении этой когорты больных.

Mine and blast injuries are among the most common during the Special Military Operation (SMO). Often, the damaging elements affect the main arteries, forming false aneurysms.

Objective — to demonstrate successful surgical treatment of two patients with a false aneurysmal popliteal artery (PA) below the knee joint gap in a military field hospital in the SMO zone.

Materials and methods. In the first clinical case, ultrasound examination (US) data revealed a pseudoaneurysm of the PA below the knee joint gap with a complete rupture of the bifurcation of the posterior and anterior tibial arteries. An emergency operation was performed — removal of the false aneurysm, end-to-end anastomosis between the PA and anterior tibial artery, popliteal-posterior tibial autovenous grafting. The postoperative period was uneventful.

In the second clinical example, ultrasound data revealed a pseudoaneurysm of the PA below the knee joint space with a complete rupture of PA. Autogenous venous grafting of PA was performed. The postoperative period was uneventful.

Results. As a result of the implemented reconstructive interventions, blood flow in the lower limb was restored, and the symptoms of acute limb ischemia regressed.

Conclusion. All patients with shrapnel wounds of the limbs require routine ultrasound examination of the affected area for the purpose of preventive detection of false arterial aneurysms. Autogenous venous grafting of the artery after removal of the false aneurysm may be the operation of choice when choosing surgical treatment for this cohort of patients.

Для цитирования: Холматов В.Н., Казанцев А.Н., Болибок Н.В., Беляй Ж.М., Тенишев Р.Р., Гаптракипов И.Х. ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ МИННО-ВЗРЫВНОГО РАНЕНИЯ С ФОРМИРОВАНИЕМ ЛОЖНОЙ АНЕВРИЗМЫ ПОДКОЛЕННОЙ АРТЕРИИ В УСЛОВИЯХ ВОЕННО-ПОЛЕВОГО ГОСПИТАЛЯ ЗОНЫ СПЕЦИАЛЬНОЙ ВОЕННОЙ ОПЕРАЦИИ //ПОЛИТРАВМА / POLYTRAUMA. 2025. № 3. С. 44-50.

Режим доступа: <http://poly-trauma.ru/index.php/pt/article/view/604>

DOI: 10.24412/1819-1495-2025-3-44-50

Ключевые слова: ложная аневризма подколенной артерии; псевдоаневризма; острая ишемия; отрыв бифуркации берцовых артерий; подколенно-заднебольшеберцовое аутовенозное протезирование; разрыв подколенной артерии; внутрисуставной перелом; осколочное ранение; специальная военная операция

Keywords: false aneurysm of the popliteal artery; pseudoaneurysm; acute ischemia; rupture of the bifurcation of the tibial arteries; popliteal-posterior tibial autovenous grafting; intra-articular fracture; shrapnel wound; special military operation

Травма артерий в условиях ведения Специальной военной операции (СВО) — один из распространенных видов ранений [1, 2]. Ввиду продолжающегося кровотока и опасности, связанной с возможной активностью вражеской беспилотной летательной авиации, не всегда раненых удается эвакуировать в пункты специализированной медицинской помощи [2, 3]. В этих условиях реконструктивные операции выполняются в военно-полевых госпиталях [2, 3]. Практика показывает, что осколочный характер ранений приводит к тому, что в подавляющем большинстве поражаются менее защищенные участки тела — конечности, шея [2, 4, 5]. При этом геморрагические осложнения часто приводят к летальному исходу на поле боя. Реже могут формироваться ложные аневризмы, которые, как правило, являются находкой при рутинном ультразвуковом исследовании (УЗИ) пораженной области тела [1, 2].

На сегодня не существует универсальной тактики хирургического лечения при развитии ложной аневризмы периферической артерии [1, 2]. Это обусловлено прежде всего траекторией полета осколка и типом поражающего элемента.

Целью настоящей статьи стало описание двух случаев хирургического лечения военнослужащих после минно-взрывного ранения и формирования ложной аневризмы подколенной артерии (ПКА).

КЛИНИЧЕСКИЙ ПРИМЕР 1

Военнослужащий 40 лет получил минно-взрывное ранение левой нижней конечности при выполнении боевого задания в зоне СВО. Был эвакуирован в военно-полевой госпиталь. При поступлении были жалобы на боли в области ран. По данным рентгенографии выявлен огнестрельный внутрисуставной дырчатый перелом наружного надмыщелка левой бедренной кости (рис. 1).

Рисунок 1

Рентгенография левого коленного сустава: 1 — дырчатый внутрисуставной перелом наружного надмыщелка левой бедренной кости

Figure 1

X-ray of the left knee joint: 1 — perforated intra-articular fracture of the lateral epicondyle of the left femur



Пациенту выполнена гипсовая иммобилизация, назначено консервативное лечение. На 11-е сутки госпитализации возникла резкая острая боль в левой стопе.

Status localis: левая голень и стопа прохладные, бледные, активные движения отсутствуют, пассивные движения сохранены; пульсация в проекции ПКА резко выражена, на задней большеберцовой артерии (ЗББА) и передней большеберцовой артерии (ПББА) пульсация отсутствует; пальпация резко болезненная, чувствительность на стопе снижена.

По данным УЗИ сосудов левой нижней конечности выявлена ложная аневризма ПКА ниже щели коленного сустава размером 3 × 10 см; визуализация ЗББА и ПББА в проекции аневризмы затруднена, в нижней трети голени определяется коллатеральный кровоток (рис. 2).

На рисунке 3 представлена проекция и размер ложной аневризмы левой ПКА.

Пациент осмотрен сосудистым хирургом, в связи с наличием острой ишемии 26 степени принято решение об экстренной операции в условиях военно-полевого госпиталя.

Ход операции: Под эндотрахеальным наркозом по медиальной

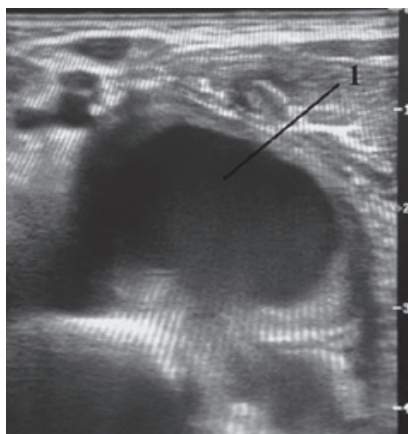
поверхности бедра выделена ПКА выше щели коленного сустава. Введено 5 тысяч ЕД нефракционированного гепарина в/в. ПКА пережата. По медиальной поверхности голени ниже щели коленного сустава выделены ПКА и ложная аневризма. Выполнено рассечение

Рисунок 2

Ультразвуковое исследование сосудов левой нижней конечности: 1 — ложная аневризма левой подколенной артерии

Figure 2

Ultrasound examination of the vessels of the left lower limb: 1 — false aneurysm of the left popliteal artery



ложной аневризмы. Удалены тромботические массы (рис. 4).

При ревизии отмечается полный отрыв ЗББА и ПББА от бифуркации. Катетером Фогарти 3F выполнена тромбэктомия из ЗББА и ПББА, получен слабый ретроградный кровоток. ЗББА и ПББА пережаты. Полипропиленовой нитью 7/0 выполнен анастомоз «конец-в-конец» между ПКА и ПББА. Зажим с ПКА удален, пуск крови из ПКА в ПББА. ПКА и ПББА пульсируют удовлетворительно. Выявлено, что длины ЗББА не достаточно, чтобы выполнить ее анастомоз с ПКА. Принято решение выполнить подколенно-заднеберцовое аутовенозное протезирование. Из этого же доступа на голени выделен и резецирован участок большой подкожной вены (БПВ) длиной 5 см. Выполнено пристеночное отжатие ПКА. Выполнена артериотомия боковой стенки ПКА длиной 0,5 см. Полипропиленовой нитью 7/0 выполнен анастомоз «конец-в-бок» между ПКА и реверсированной БПВ. Затем полипропиленовой нитью 7/0 выполнен анастомоз «конец-в-конец» между другим концом БПВ и ЗББА. Пуск крови, ЗББА пульсирует удовлетворительно (рис. 5).

Послеоперационный период протекал без осложнений. Симптомы острой ишемии регрессировали полностью.

КЛИНИЧЕСКИЙ ПРИМЕР 2

Военнослужащий 27 лет получил минно-взрывное ранение левой нижней конечности при выполнении

нии боевого задания в зоне СВО. Был эвакуирован в военно-полевой госпиталь. При поступлении были жалобы на боли в области ран. По данным рентгенографии выявлен косой перелом проксимального диафиза левой локтевой кости (рис. 6).

Установлен диагноз: *Минно-взрывное ранение. Осколочное слепое ранение левой верхней конечности с огнестрельным косым переломом проксимального диафиза локтевой кости. Осколочное слепое ранение правой голени.*

Выполнен металлоостеосинтез локтевой кости пластиной (рис. 7).

На 6-е сутки после ранения появилась клиника острой ишемии правой нижней конечности 26 степени.

Status localis: правая голень и стопа прохладные, бледные, активные движения отсутствуют, пассивные движения сохранены; пульсация в проекции ПКА, ЗББА, ПББА отсутствует; пальпация резко болезненная, чувствительность на стопе снижена.

По данным УЗИ выявлена псевдоаневризма ПКА ниже щели коленного сустава с полным разрывом ПКА и тромбозом дистальной культы ПКА (рис. 8).

Пациент осмотрен сосудистым хирургом, в связи с наличием острой ишемии 26 степени принято решение об экстренной операции в условиях военно-полевого госпиталя.

Ход операции: Под эндотрахеальным наркозом выполнен разрез тканей по медиальной поверхности

Рисунок 3

Проекция ложной аневризмы левой подколенной артерии (1)

Figure 3

The view of the false aneurysm of the left popliteal artery (1)



Рисунок 4

Тромботические массы, удаленные из полости ложной аневризмы подколенной артерии

Figure 4

Thrombotic masses removed from the cavity of a false aneurysm of the popliteal artery

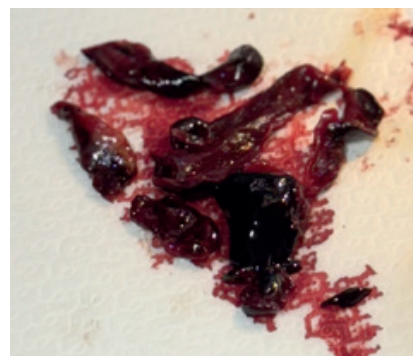
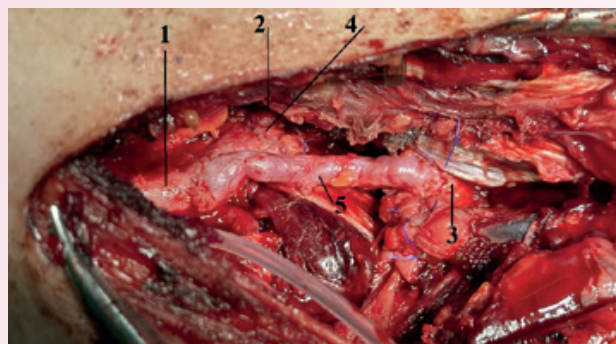


Рисунок 5

Удаление ложной аневризмы, анастомоз между подколенной артерией и передней большеберцовой артерией, подколенно-заднеберцовое аутовенозное протезирование: 1 — подколенная артерия; 2 — передняя большеберцовая артерия; 3 — задняя большеберцовая артерия; 4 — анастомоз «конец-в-конец» между подколенной артерией и передней большеберцовой артерией; 5 — аутовенозный протез (реверсированная большая подкожная вена) между подколенной артерией и задней большеберцовой артерией

Figure 5

Removal of a false aneurysm, anastomosis between the popliteal artery and the anterior tibial artery, popliteal-posterior tibial autovenous grafting: 1 — popliteal artery; 2 — anterior tibial artery; 3 — posterior tibial artery; 4 — end-to-end anastomosis between the popliteal artery and the anterior tibial artery; 5 — autovenous graft (reversed great saphenous vein) between the popliteal artery and the posterior tibial artery



верхней трети правой голени. Выделена ПКА выше ложной аневризмы. Введено 5 тысяч ЕД нефракционированного гепарина в/в струйно. ПКА пережата. Аневризматический мешок вскрыт. Удалены тромботические массы (рис. 9).

Визуализирован полный разрыв ПКА, ретроградный кровоток из дистальной культы отсутствует. Антеградный кровоток из проксимальной культы ПКА удовлетворительный. Катетером Фогарти 4F выполнена тромбэктомия из дистальной культы ПКА, получен удовлетворительный ретроградный кровоток. Длины обеих культей ПКА было недостаточно для наложения анастомоза «конец-в-конец». В проекции раны резецирован участок БПВ длиной 4 см. Полипропиленовой нитью 7/0 выполнено аутовенозное протезирование ПКА реверсированной БПВ.

Зажимы удалены, пульсация на ПКА, ЗББА, ПББА удовлетворительная (рис. 10).

Послеоперационный период протекал без осложнений. Симптомы острой ишемии регрессировали полностью.

ОБСУЖДЕНИЕ

Актуальная литература указывает на то, что единой стратегии хирургического лечения раненых с ложными аневризмами периферических артерий не существует. На этом фоне наиболее распространенным методом коррекции остается аутовенозное протезирование. Однако публикаций, описывающих исходы таких операций, недостаточно [1, 2].

Важным наблюдением, которое хотелось бы подчеркнуть в рамках представленных клинических примеров, стало то, что развитие ложной аневризмы длительный период времени было бессимптомным. Таким образом, клиника острой ишемии манифестировала у первого пациента лишь на 11-е сутки и у второго — на 6-е сутки после ранения ввиду прогрессирующего роста образования. То есть пока размеры псевдоаневризмы оставались небольшими, кровоток из ее полости поступал в дистальные артерии, несмотря на их полный отрыв. За-

Рисунок 6

Рентгенография левого предплечья: 1 — косой перелом проксимального диафиза левой локтевой кости

Figure 6

X-ray of the left forearm: 1 — oblique fracture of the proximal diaphysis of the left ulna

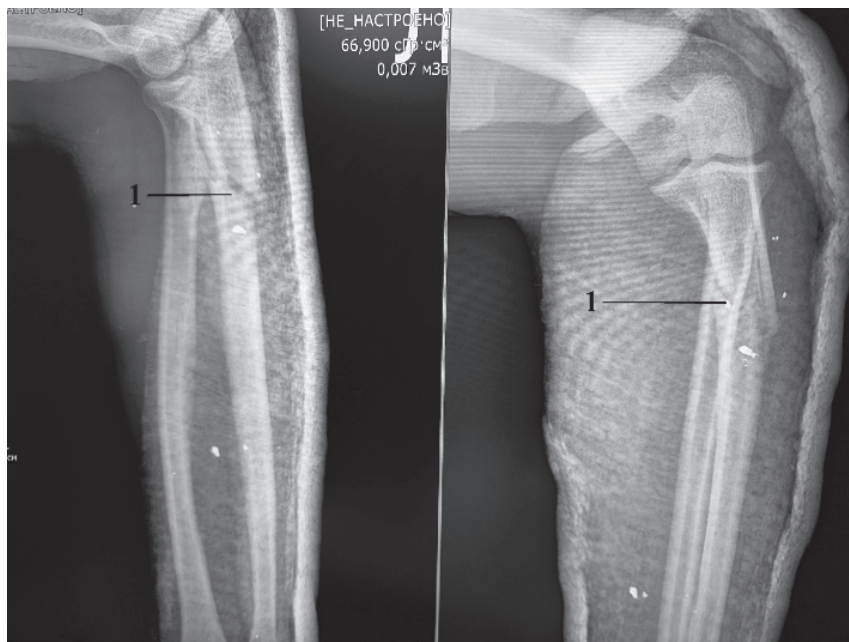


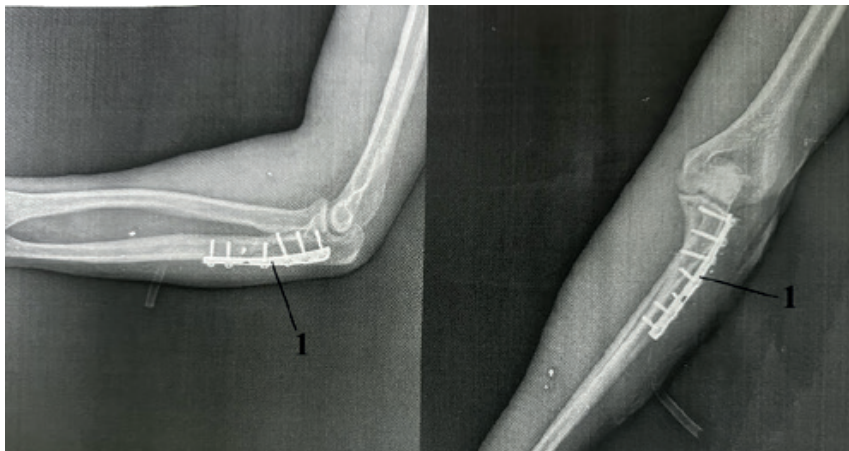
Рисунок 7

Рентгенография левого предплечья после остеосинтеза:

1 — металлическая пластина

Figure 7

X-ray of the left forearm after osteosynthesis: 1 — metal plate



тем, по нашему мнению, прогрессирование роста аневризматического мешка привело к дистальной эмболии тромботическими массами, что вызвало развитие острой ишемии конечности.

По данным О.Ю. Харченко и соавт., большинство ложных аневризм могут оставаться бессимптомными [2]. Как правило, если рост псевдоаневризмы вызывает сдавление вен, появляется отек конечности, в случае компрессии периферических нервов — нейропатия

[2]. Поэтому диагностика этой патологии чаще всего является находкой УЗИ, направленного на поиск тромбоза глубоких вен конечности или травматизации нервов. Из этого следует, что всем военнослужащим с осколочным ранением конечностей необходимо рутинно выполнять УЗИ пораженной части тела до появления вышеуказанных симптомов.

В работе С.А. Кыштымова и соавт. представлен случай хирургического лечения псевдоаневризмы

ПКА на этапе лечения в специализированном стационаре г. Иркутска [6]. Между ранением и диагностикой у пациента прошло 23 дня. На этапе военно-полевого госпиталя выполнялась первичная хирургическая обработка. В дальнейшем была реализована успешная эвакуация. Для визуализации сначала применялось УЗИ, затем компьютерная томография с ангиографией. Во время операции авторы использовали Z-образный разрез задней поверхности подколенной области при доступе к ПКА в положении пациента на животе. Получен удовлетворительный исход операции [6]. Это наблюдение отлично от наших тем, что мы же использовали доступ по медиальной поверхности голени, что позволило избежать травматизации мышц и нервных сплетений в проекции аневризмы. Помимо этого, для успешного исхода операции в наших условиях, ввиду отсутствия компьютерного томографа на базе военно-полевого госпиталя, УЗИ стало достаточным для диагностики и последующего выбора стратегии лечения. Таким образом, подобные операции могут

Рисунок 9

Тромботические массы из полости ложной аневризмы подколенной артерии

Figure 9

Thrombotic masses from the cavity of a false aneurysm of the popliteal artery



Рисунок 8

Ультразвуковое исследование артерий правой подколенной области: 1 – ложная аневризма подколенной артерии; 2 – проксимальная культя подколенной артерии; 3 – дистальная культя подколенной артерии

Figure 8

Ultrasound examination of the arteries of the right popliteal region: 1 – false aneurysm of the popliteal artery; 2 – proximal stump of the popliteal artery; 3 – distal stump of the popliteal artery

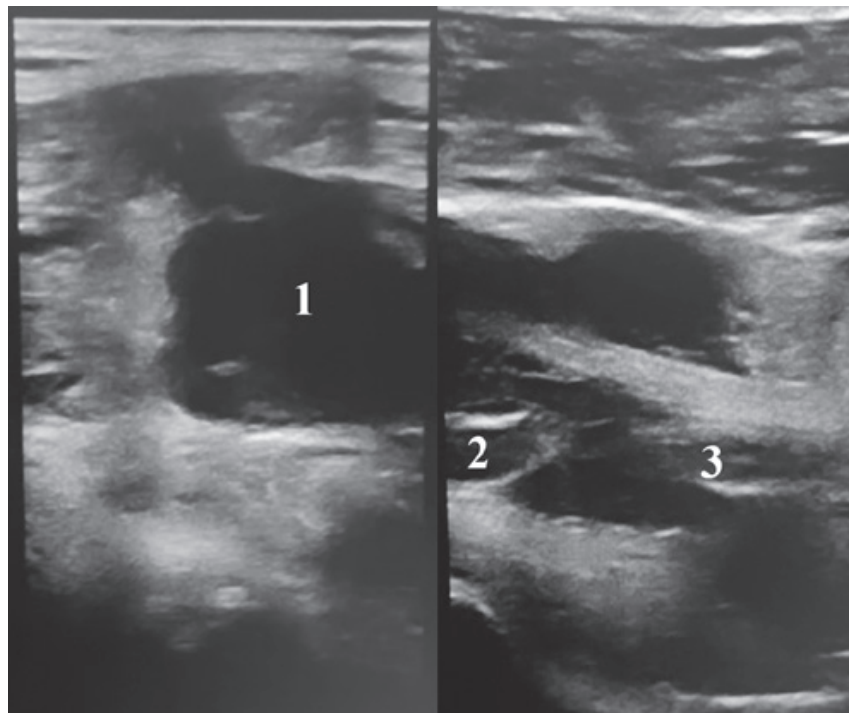
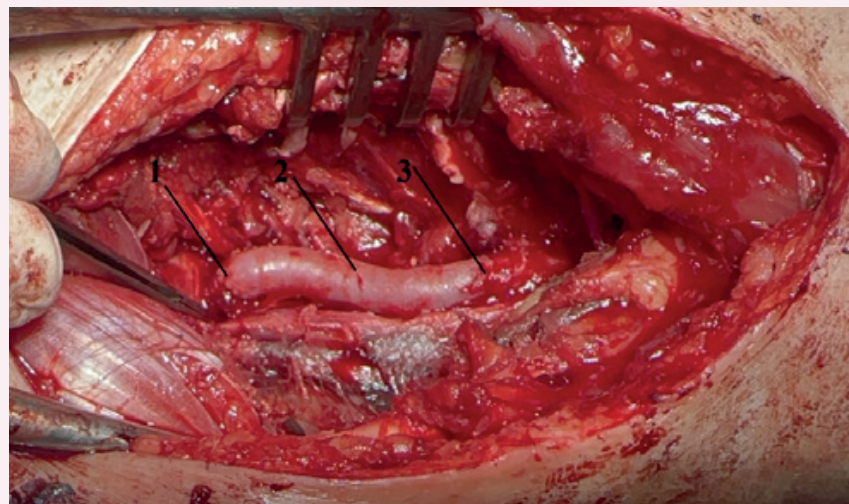


Рисунок 10

Аутовенозное протезирование подколенной артерии: 1 – дистальный анастомоз между аутовеной и дистальной культей подколенной артерии; 2 – реверсированная большая подкожная вена (аутовенозный протез); 3 – проксимальный анастомоз между аутовеной и проксимальной культей подколенной артерии

Figure 10

Autovenous prosthetics of the popliteal artery: 1 – distal anastomosis between the autovenous and the distal stump of the popliteal artery; 2 – reversed great saphenous vein (autovenous prosthesis); 3 – proximal anastomosis between the autovenous and the proximal stump of the popliteal artery



выполняться непосредственно в зоне СВО.

Анализируя результаты реконструктивных операций на артериях подколенной области в гражданской медицине, можно предположить, что аутовенозное протезирование при травме ПКА является золотым стандартом и в военно-полевой хирургии [7, 8]. Таким образом, реализация предложенных методик хирургического лечения, по нашему мнению, наиболее пред-

почтительна при развитии ложной аневризмы ПКА в результате осколочного ранения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Всем пациентам с осколочным ранением конечностей необходимо рутинное УЗИ области поражения с целью превентивного выявления ложных артериальных аневризм. Аутовенозное протезирование артерии после удаления ложной аневризмы может быть операцией

выбора при определении хирургического лечения этой когорты больных.

Информация о финансировании и конфликте интересов

Исследование не имело спонсорской поддержки. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтных интересов, связанных с публикацией данной статьи.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Muminzhonova MMK, Antonov GI, Chmutin GE, Miklashevich ER, Manukovsky VA, Chmutin EG, et al. Gunshot injuries of the extracranial part of the carotid basin with the formation of a false aneurysm. Clinical observation of staged treatment and literature review. Bulletin of Neurology, Psychiatry and Neurosurgery. 2025; 18(4 (183)): 480 – 492. Russian (Муминжонова М. М. К., Антонов Г. И., Чмутин Г. Е., Миклашевич Э. Р., Мануковский В. А., Чмутин Е. Г. и др. Огнестрельные повреждения экстракраниального отдела каротидного бассейна с формированием ложной аневризмы. Клиническое наблюдение этапного лечения и обзор литературы // Вестник неврологии, психиатрии и нейрохирургии. 2025. Т. 18, № 4 (183). С. 480 – 492. DOI : 10.33920/med-01-2504-07.)
2. Kharchenko OYu, Kazantsev AN, Alekseev OV, Makhmudov RM, Kholmatov VN, Tenishev RR. Resection of false posttraumatic aneurysm of the axillary artery within a separate medical airmobile detachment in special military operation zone. Pirogov Russian Journal of Surgery. 2025;(6):122 127. Russian (Харченко О. Ю., Казанцев А. Н., Алексеев О. В., Махмудов Р. М., Холматов В. Н., Тенишев Р. Р. Удаление ложной посттравматической аневризмы подмышечной артерии в условиях отдельного медицинского аэромобильного отряда зоны специальной военной операции // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. 2025. № 6. С. 122 127. DOI: 10.17116/hirurgia2025061122.)
3. Ovcharenko AP, Lemeshkin RN, Rusev IT, Severin VV, Prokin IG, Tolstosheev VN. Efficiency of bringing specialized medical care closer to the sanitary loss zone using multidisciplinary surgical reinforcement groups. Bulletin of the Russian Military Medical Academy. 2021; 23(4): 221-234. Russian (Овчаренко А. П., Лемешкин Р. Н., Русев И. Т., Северин В. В., Прокин И. Г., Толстошеев В. Н. Эффективность приближения специализированной медицинской помощи к зоне санитарных потерь с применением многопрофильных групп хирургического усиления // Вестник Российской Военно-медицинской академии. 2021. Т. 23, № 4. С. 221-234. DOI: 10.17816/brmma87409.)
4. Kovlen DV, Grebnev GA, Zheleznyak VA, Bagnenko AS, Muzykin MI, Podberezkina LA, et al. Comprehensive rehabilitation and prosthetics of military personnel who received injuries with damage to the maxillofacial region in a special military operation. Military Medical Journal. 2025; 346(2): 4-16. Russian (Ковлен Д. В., Гребнев Г. А., Железняк В. А., Багненко А. С., Музыкин М. И., Подберезкина Л. А. и др. Комплексная реабилитация и протезирование военнотравмированных в специальной военной операции // Военно-медицинский журнал. 2025. Т. 346, № 2. С. 4-16. DOI: 10.52424/00269050_2024_346_2_4.)
5. Anipchenko SN, Arkhangel'sky DA, Kuznetsov SA, Zhdanov AA, Vysotsky YaV, Bashilov NI, et al. Gunshot wound of the neck with localization of a fragment in close proximity to the initial section of the esophagus and development of a paraesophageal abscess. Surgical tactics. Surgeon. 2024; 3-4: 60-69. Russian (Анипченко С. Н., Архангельский Д. А., Кузнецов С. А., Жданов А. А., Высоцкий Я. В., Башилов Н. И. и др. Огнестрельное ранение шеи с локализацией осколка в непосредственной близости с начальным отделом пищевода и развитием параэзофагеального абсцесса. Хирургическая тактика // Хирург. 2024. № 3-4. С. 60-69. DOI: 10.33920/med-15-2402-06.)
6. Kyshtymov SA, Belov AK, Simashko AA, Grigoriev EG. Mine-blast injury of the knee joint with damage to the popliteal artery. Polytrauma. 2025; (1): 41-45. Russian (Кыштымов С. А., Белов А. К., Симашко А. А., Григорьев Е. Г. Минно-взрывная травма коленного сустава с повреждением подколенной артерии // Политравма. 2025. № 1. С. 41-45. DOI: 10.24412/1819-1495-2025-1-41-45.)
7. Kazantsev AN, Choriev AA, Zabolotny VN, Mukhtorov OSh, Urokov DA, Lider RYu, et al. The fourth consecutive emergency thrombectomy followed by femoral-distal-popliteal bypass in a patient with type VI popliteal trap syndrome: a clinical observation. Russian Journal of Cardiology. 2024; 29(S2): 55-59. Russian (Казанцев А. Н., Чориев А. А., Заболотный В. Н., Мухторов О. Ш., Уроков Д. А., Лидер Р. Ю. и др. Четвертая подряд экстренная тромбэктомия с последующим бедренно-дистальноподколенным шунтированием у пациента с синдромом подколенной ловушки VI типа: клиническое наблюдение // Российский кардиологический журнал. 2024. Т. 29, № S2. С. 55-59. DOI: 10.15829/1560-4071-2024-5756.)
8. Chernykh KP, Kazantsev AN, Andreychuk KA, Bagdavadze GSh. Dislocation of the knee joint complicated by thrombosis of the popliteal artery and acute grade III ischemia. Cardiology and cardiovascular surgery. 2020; 13(5): 463-467. Russian (Черных К. П., Казанцев А. Н., Андрейчук К. А., Багдавадзе Г. Ш. Вывих коленного сустава, осложненный тромбозом подколенной артерии и острой ишемией III степени // Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия. 2020. Т. 13, № 5. С. 463-467. DOI 10.17116/kardio202013051463.)

**Сведения об авторах не могут быть раскрыты
по служебным причинам**

Адрес для переписки:

Казанцев Антон Николаевич, военных хирург, сердечно-сосудистый хирург. <https://orcid.org/0000-0002-1115-609X>
Тел: +7 (908) 947-47-57
E-mail dr.antonio.kazantsev@mail.ru

Статья поступила в редакцию 14.07.2025

Рецензирование пройдено 25.07.2025

Подписано в печать 05.08.2025

**Information about the authors cannot be disclosed
for official reasons**

Address for correspondence:

Kazantsev Anton Nikolaevich, military surgeon, cardiovascular surgeon. <https://orcid.org/0000-0002-1115-609X>
Tel: +7 (908) 947-47-57
E-mail dr.antonio.kazantsev@mail.ru

Received 14.07.2025

Review completed 25.07.2025

Passed for printing 05.08.2025



СРАВНЕНИЕ ДОСТУПОВ, ВИДОВ ОСТЕОТОМИИ И ОСТЕОСИНТЕЗА ЛОКТЕВОГО ОТРОСТКА ЛОКТЕВОЙ КОСТИ В ЛЕЧЕНИИ ПАЦИЕНТОВ С ПЕРЕЛОМАМИ ДИСТАЛЬНОГО ОТДЕЛА ПЛЕЧЕВОЙ КОСТИ: ТОПОГРАФО-АНАТОМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

COMPARISON OF SURGICAL APPROACHES, TYPES OF OLECRANON OSTEOTOMY AND OSTEOSYNTHESIS IN THE TREATMENT OF PATIENTS WITH DISTAL HUMERUS FRACTURES: A TOPOGRAPHIC-ANATOMICAL STUDY

Медведчиков А.Е. Medvedchikov A.E.
Анастасиева Е.А. Anastasieva E.A.
Прокопович Т.Е. Prokopovich T.E.
Симонян А.А. Simonyan A.A.
Кирилова И.А. Kirilova I.A.

ФГБУ «Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна»
Минздрава России,
г. Новосибирск, Россия,

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

Клинический госпиталь «MD Group: Мичуринский»
(ООО «ХАВЭН»),
г. Москва, Россия,

Clinical Hospital "MD Group: Michurinsky"
(LLC "HAVEN"),
Moscow, Russia,

«Евромед Клиника»,
г. Новосибирск, Россия

Euromed Clinic,
Novosibirsk, Russia

Переломы дистального отдела плечевой кости нельзя отнести к распространенным травмам опорно-двигательного аппарата. Их частота варьируется в пределах 0,5–2 % от общего количества переломов у взрослого населения, и они встречаются в 5,7 клинических случая на 100 000 населения в год, 30 % таких переломов — внутрисуставные, и 37,2 % можно отнести к сложным типам С по классификации АО/ОТА. Несмотря на клинические успехи, частота развития осложнений после хирургического лечения в сопровождении с остеотомией локтевого отростка локтевой кости достигает 38 %. Специалистами не было доказано значимых клинических преимуществ доступов, травмирующих трехглавую мышцу плеча, однако в качестве «рабочего окна» для выполнения манипуляций на блоке плечевой кости большинство хирургов используют именно остеотомии.

Цель исследования — повышение эффективности хирургического лечения пациентов с переломами дистального отдела плечевой кости с применением различных видов доступов, остеотомий и остеосинтеза локтевого отростка.

Материалы и методы. Клиническая группа исследования составила 86 пациентов, прооперированных с переломами дистального отдела плечевой кости типа 13B и 13C, а также проведена серия из 4 топографо-анатомических исследований на кадаверном материале. Произведены расчеты открытой суставной поверхности (ОСП), видимой после выполнения 3 травмирующих трехглавую мышцу плеча доступов и закрытой суставной

Distal humerus fractures cannot be classified as common musculoskeletal injuries. Their frequency ranges from 0.5 % to 2 % of the total number of fractures in the adult population and occurs in 5.7 clinical cases per 100,000 of population per year, 30 % of which are intra-articular and 37.2 % can be classified as complex types C according to the AO/OTA classification. Despite clinical success, the incidence of complications after surgical treatment accompanied by olecranon osteotomy reaches 38 %. Specialists have not proven significant clinical advantages of triiceps-compromising approaches, however, osteotomies undoubtedly have a "working window" for performing repositioning and fixing manipulations on the humeral block.

Objective — to improve the efficiency of surgical treatment of patients with distal humerus fractures using different types of approaches, osteotomies and olecranon osteosynthesis.

Materials and methods. The clinical group of the study consisted of 86 patients operated on for type 13B and 13C distal humerus fractures, as well as a series of 4 topographic and anatomical studies on cadaver material. Open articular surface (OAS) visible after 3 triceps compromising approaches, closed articular surface (CAS) visible after 3 ulna osteotomies, and the bone contact index after sawing (BCI) calculations were made.



Для цитирования: Медведчиков А.Е., Анастасиева Е.А., Прокопович Т.Е., Симонян А.А., Кирилова И.А. СРАВНЕНИЕ ДОСТУПОВ, ВИДОВ ОСТЕОТОМИИ И ОСТЕОСИНТЕЗА ЛОКТЕВОГО ОТРОСТКА ЛОКТЕВОЙ КОСТИ В ЛЕЧЕНИИ ПАЦИЕНТОВ С ПЕРЕЛОМАМИ ДИСТАЛЬНОГО ОТДЕЛА ПЛЕЧЕВОЙ КОСТИ: ТОПОГРАФО-АНАТОМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ //ПОЛИТРАВМА / POLYTRAUMA. 2025. № 3. С. 51-62.

Режим доступа: <http://poly-trauma.ru/index.php/pt/article/view/606>

DOI: 10.24412/1819-1495-2025-3-51-62

поверхностности (ЗСП), видимой после проведения 3 остеотомий локтевой кости, контакта кости после распила (ИК).

Результаты. В ходе проведенного исследования выполнены расчеты для травмирующих трехглавую мышцу плеча 3 доступов: скелетирующий ОСП1: 30 %, ИК6 2,5 см²); паратрицептальный ОСП2: 46 %; транстрицептальный ОСП3: 42 %; также для доступов с затрагиванием локтевой кости: шеврон-остеотомия локтевого отростка ЗСП1: 95 %, ИК1: 9 см² (сумма боковых сторон распила — 4,5 см²); проксимальная внесуставная остеотомия локтевой кости ЗСП2: 95 %, ИК2 11,1 см²; L-образная остеотомия локтевого отростка ЗСП3: 38 %, ИК3 8,9 см² (сумма бокового распила 6 см² + торцевого распила 2,9 см²). Полученные данные показывают, что использование сочетания шеврон-остеотомии и разноуровневого скрещивания 4-мм канюлированных винтов дает высокие показатели прочности, минимальные риски послеоперационных осложнений и обеспечивает простоту применения.

Заключение. Сочетание методов остеосинтеза, соответствующих виду остеотомии локтевого отростка при лечении пациентов с переломами типа 13B и 13C, и достижение необходимой визуализации к блоку плечевой кости позволяет выполнять хирургическое лечение с минимальным количеством осложнений.

Ключевые слова: перелом плечевой кости; локтевой сустав; спортивная медицина; остеотомия; дистальное плечо; канюлированные винты; остеопороз; площадь контакта кости

Results. The calculations for 3 triceps compromising approaches were presented: skeletal (OAS1 30 %; BCI6 2.5 cm²); paratriceptal (OAS2 46 %); transtriceptal (OAS3 42 %). Also calculations for "bone" approaches were: chevron osteotomy of the olecranon (CAS1 95 %; BCI1: 9 cm² (sum lateral sides of the cut 4.5 cm²)); proximal extra-articular osteotomy of the ulna (CAS2: 95 %; BCI2 11.1 cm²); L-shaped osteotomy of the olecranon (CAS3: 38 %; BCI3 8.9 cm² (lateral cut 6 cm² + end cut 2.9 cm²)). The obtained data show the advantages of the combination of chevron osteotomy and different-level cannulated 4 mm screws crossing result in high strength indicators, minimal risks of postoperative complications and provide ease of use.

Conclusion. The combination of osteosynthesis methods corresponding to the type of olecranon osteotomy in the treatment of patients with type 13B and 13C fractures and achieving the necessary visualization of the humeral block allow surgical treatment to be performed with a minimum number of complications.

Keywords: humerus fracture; elbow joint; sports medicine; osteotomy; distal humerus; cannulated screws; osteoarthritis; bone contact area

Переломы дистального отдела плечевой кости (ДОПК) не являются распространенными среди всех травм опорно-двигательного аппарата. Их частота ранжирована в пределах 0,5–2 % от общего числа переломов у взрослого населения [1]. Эпидемиология составляет 5,7 клинических случая на 100 000 населения в год, при этом 30 % переломов внутрисуставные, 37,2 % относятся к сложным типам С по классификации АО/ОТА (2018) [2–4]. Данные варианты переломов ДОПК, особенно у пожилых пациентов, по-прежнему являются проблемными для лечения, при этом к 2030 г. ожидается возрастание их количества в 3 раза [5]. Распространенность переломов ДОПК распределена по категориям бимодально, где I пик наблюдается у пациентов < 50 лет в результате опосредованного механизма высокоэнергетической травмы (падение на разогнутый локтевой сустав), а II пик приходится на старшую возрастную группу, > 50 лет, за счет прямого механизма травмы (падение на согнутый локтевой сустав) и наличия остеопороза в анамнезе [6].

До 60-х годов XX века лечение переломов ДОПК было консервативным, с помощью кратковременной иммобилизации с последующими ранними реабилитационными меро-

приятиями, направленными на восстановление амплитуд движений. Однако в последующие десятилетия, после разработки хирургических принципов лечения АО/ОТА, с внедрением в клиническую практику технологически продвинутых имплантатов и доступов с затрагиванием трехглавой мышцы плеча стали наблюдать лучшие функциональные результаты [4–7]. В настоящее время золотым стандартом лечения пациентов с переломами ДОПК является хирургический метод. Типы 13B и 13C (по классификации АО/ОТА (2018) далее по тексту) внутрисуставного характера подразумевают анатомическую репозицию, в то время как 12A и 12B ограничиваются восстановлением оси, длины и ротации кости. Эти принципы позволяют достигнуть хорошего функционального результата лечения, который, по мнению В.Ф. Моргеу и соавт., заключается в достижении амплитуды движений 30/130 градусов в позднем восстановительном периоде [5, 8].

Локтевой сустав окружен множеством мягкотканых структур верхней конечности, что делает все хирургические манипуляции с ним технически сложными. В литературе подробно описан ряд хирургических доступов для лучшей визуализации и оценки переломов

ДОПК, включая расщепление трехглавой мышцы плеча и остеотомию локтевого отростка локтевой кости в различных сочетаниях. Остеосинтез переломов ДОПК типов 13B и 13C может выполняться с использованием заднего доступа, травмирующего трехглавую мышцу плеча, с остеотомией локтевого отростка или без ее выполнения. При выполнении всех вышеперечисленных доступов совокупная частота возникновения послеоперационных осложнений описана как 29–53 % случаев [2, 3, 5], в том числе: транзиторная нейропатия локтевого нерва (5,5 %), псевдоартроз зоны остеотомии (3,6 %), инфекция области хирургического вмешательства (4,2 %), дебрико-ляж металлоконструкции (1,1 %) и гетеротопическая оссификация (1 %) [2, 4].

Для лучшей визуализации суставной поверхности блока плечевой кости и снижения травматизации окружающих мягкотканых структур описаны и различные хирургические доступы. Основными наиболее часто используемыми являются:

- паратрицептальный доступ (ПТД/доступ по Alonso-Llames (1972), модифицированный Schildhauer (2003));

- скелетирующий доступ с отсечением дистального сухожилия трех-

главой мышцы плеча (СД/доступ по Bryan-Morrey);

- транстрикпитальный доступ с расщеплением дистального сухожилия трехглавой мышцы плеча (ТТД/доступ по Campbell (1932)).

Реже применяются:

- доступ с отсечением дистального сухожилия трехглавой мышцы плеча и локтевой мышцы (доступ по O'Driscoll);

- доступ через трехглавую мышцу плеча и локтевой сгибатель кисти.

Отдельно описываются доступы с выполнением остеотомии локтевого отростка. Доступы с затрагиванием локтевой кости (так их назовем в статье) позволяют сохранить васкуляризацию и проприорецепцию волокон трехглавой мышцы плеча:

- доступ с выполнением остеотомии локтевого отростка (доступ по Russell MacAusland (1915)).

При этом ни один из представленных вариантов не является универсальным при хирургическом лечении переломов ДОПК типов 13В и 13С, поскольку каждый имеет свои достоинства и недостатки [1, 9]. Доступы с меньшей травматичностью мягких тканей ограничены в объеме визуализации суставной поверхности. Доступы с затрагиванием локтевой кости сопряжены с рисками развития остеоартрита, замедленной консолидацией или развитием псевдоартроза зоны остеотомии [8, 10, 11]. Для минимального воздействия на суставную поверхность локтевой кости рекомендуется выполнять остеотомию в пределах так называемого голого участка (bare area), разделяющего впадину на венечный отросток и остальную часть локтевой кости [12, 13]. Однако малые анатомические параметры безопасной зоны осложняют точность выполнения остеотомии. В статьях, где сравнивают доступы с остеотомией локтевого отростка при переломах ДОПК и их аналогами с травматизацией трехглавой мышцы плеча, сообщается о высоких показателях осложнений в соотношении 45,8–55 к 27,2–40,6 % соответственно [2, 3, 5, 14]. Таким образом, исследователями продолжается поиск универсального метода хирургического лечения с адекватной визуализацией области хирургического вмешательства.

Мы предположили, что достаточный обзор блока плечевой кости при внутрисуставных переломах типов 13В и 13С можно получить с помощью универсального заднего доступа. Однако описано множество техник диссекции тканей и уровней остеотомии локтевого отростка, что требует дополнительного анализа и структурирования [15, 16].

Целью данного исследования является повышение эффективности хирургического лечения пациентов с переломами дистального отдела плечевой кости с применением различных видов доступов, остеотомий и остеосинтеза локтевого отростка

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалом для оригинального исследования послужили данные медицинских карт историй болезни 86 пациентов, прооперированных в травматолого-ортопедических отделениях № 1 и № 3 ФГБУ «Новосибирский НИИТО им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России, АНО «Клиника НИИТО» с переломами ДОПК, а также серия из 4 топографо-анатомических исследований. Период обращения за специализированной помощью пациентов в клинических случаях составил июнь 2012 г. – июль 2023 г.

Критериями включения в исследование являлись: перелом ДОПК в анамнезе, возраст пациента (≥ 18 и ≤ 85 лет включительно), классификация переломов по классификации АО/ОТА (2018) 13А, 13В и 13С категорий без уточнения подтипов, половая принадлежность (мужчины и женщины), метод лечения (хирургический), осложнения интра-, пере-, постоперационные. Критерии невключения: возраст пациента ≤ 18 и ≥ 85 лет, эпилепсия и психические расстройства, жизнеугрожающие состояния, требующие неотложных хирургических мероприятий.

Все пациенты обращались в приемный покой клиники с жалобами на боль, крепитацию области перелома, визуальную деформацию области пораженного локтевого сустава. Среди обратившихся пациентов было 40 (46,5 %) мужчин и 46 (53,5 %) женщин. Возраст боль-

ных составлял от 18 до 82 лет. Все пациенты были разделены на две подгруппы: младше 50 лет и старше 50 лет. Средний возраст в подгруппе до 50 лет (70 % всех пациентов) составил 33 года. Средний возраст в подгруппе старше 50 лет (30 % всех пациентов) составил 58 лет.

Согласно алгоритму тактики лечения при повреждениях ДОПК, пациентам проводился клинический осмотр и применялся один из методов лучевой диагностики: рентгенография на амбулаторном этапе, МСКТ пораженного локтевого сустава с 3D реконструкцией на стационарном этапе лечения [6, 8].

Полученные клиничко-диагностические параметры пациентов позволили соотнести характер перелома с классификацией АО/ОТА (2018) следующим образом: 13А – 14 (16,27 %), 13В – 48 (55,81 %), 13С – 24 (27,91%) случая от общего числа обратившихся. Подавляющее большинство вмешательств проводилось до 72 часов с момента травмы. Закрытыми были 53 (61,62 %) перелома ДОПК, открытым – 1 (1,16 %), 3 (3,48 %) перелома были отнесены к патологическим (фиброзная дисплазия, остеобластокластома) и 33 (38,37 %) – к консолидирующимся в порочном положении или со сроками после получения травмы более 4 недель. Среднее значение индекса массы тела у пациентов при обращении в стационар составило 24,6 кг/м². Правую верхнюю конечность травмировали чаще: 48 (55,81 %) случаев для правой и 38 (44,18 %) для левой. Доминантность конечности в исследовании не регистрировалась.

Хирургическое лечение 86 пациентов с переломами ДОПК определялось 3 видами доступов (ПТД, ТТД, СД) по отношению к трехглавой мышце плеча, а также наличием различного вида остеотомий локтевого отростка, с выполнением открытой репозиции металлоостеосинтеза 1 или 2 предизогнутыми анатомическими пластинами, биодеградируемыми пинами. Среднее время оперативного вмешательства составило 180 минут, кровопотеря – 300 мл. Иммобилизация осуществлялась в виде косыноч-

ной повязки сроком на $2 \pm 0,5$ недели.

Все пациенты клинической группы сравнения подписали добровольное информированное согласие на участие в исследовании. Исследование соответствовало требованиям Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации с поправками 2013 г., ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» № 323-ФЗ от 21 ноября 2011 г. Обработка персональных данных пациентов осуществлялась только после получения их письменного согласия в соответствии с требованиями Хельсинкской декларации. Персональные данные участников в ходе исследования были обезличены.

Контроль пациентов с переломами ДОПК производился на базе консультативных отделений ФГБУ «Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России, АНО «Клиника НИИТО» через 6, 12 недель и 12 месяцев на амбулаторном приеме травматолога методом анкетирования. Послеоперационные осложнения были структурированы в 7 показателей. При этом относи-

тельные величины, характеризующие частоту встречаемости или доли, выражали в процентах. Ретроспективный анализ 86 пациентов с переломами ДОПК включил 25 (29,06 %) вмешательств на порочно консолидирующихся переломах, 6 (6,97 %) случаев ревизионного лечения после первичной хирургии и 1 (1,2 %) дебриколяж отдельных металлоконструкций (табл. 1). Подтвержденных рентгенологически замедленно консолидирующихся искусственных переломов зоны остеотомии локтевого отростка было 28 (26,92 %). Однако вышеперечисленные 25 случаев к 12 месяцам завершились консолидацией перелома ДОПК и зоны остеотомии локтевого отростка.

Частота осложнений после хирургического лечения побудила авторов статьи к проведению экспериментальной части исследования роли доступов. В феврале 2025 г. произведено топографо-анатомическое изучение мягкотканых структур локтевой ямки, изометрии дистального сухожилия трехглавой мышцы плеча и особенности точечного расположения гиалинового хряща блоковой вырезки. Для безопасной навигации при выполнении хирургических доступов и моделирова-

ния остеотомий локтевого отростка изучение проводилось на базе АНО ДПО «Научно-образовательный медицинский центр» г. Екатеринбург (лицензия на образовательную деятельность № 17947 от 30.10.2015 г.). На 2 кадаврах (мужчина К*1 55 лет и мужчина К*2 61 года), последовательно на двух правых и двух левых локтевых суставах были выполнены две последовательные сессии исследований, где в первой выполнены 3 доступа без остеотомии (ПТД/Alonso-Llames, ТТД/Campbell, СД/Bryan-Morrey) (рис. 1).

При послойной диссекции мягких тканей выполняли маркировку мышечных головок, локтевого отростка, выделение лучевого и локтевого нервов. Это позволило оценить границы безопасности каждого вида травмирующего трехглавую мышцу плеча доступа по отношению к мягкотканым структурам, а также инструментальные возможности «рабочего окна» и процент визуализации блока плечевой кости. Отдельно оценивалось расположение места прикрепления дистального сухожилия трехглавой мышцы плеча на локтевом отростке локтевой кости с определением оптимального положения фиксиру-

Таблица 1

Послеоперационные осложнения у пациентов с переломами дистального отдела плечевой кости в период наблюдения: июнь 2012 г. – июль 2023 г.

Table 1

Postoperative complications in patients with distal humerus fractures during the follow-up period: June 2012 – July 2023

Вид осложнений Type of complications	Срок наблюдения, n (%) / Observation period, n (%)		
	6 недель / 6 weeks	12 недель / 12 weeks	12 месяцев / 12 months
Транзиторная нейропатия* Transient neuropathy*	10 (11.6)	8 (9.3)	0 (0)
Гипотрофия трехглавой, двуглавой мышцы плеча Hypotrophy of the triceps and biceps brachii	86 (100)	39 (45.34)	5 (5.81)
Контрактура локтевого сустава Elbow contracture	14 (15.1)	7 (8.1)	2 (2.32)
Гетеротопическая оссификация Heterotopic ossification	0 (0)	5 (5.81)	13 (15.11)
Впервые выявленный остеоартроз ** Newly diagnosed osteoarthritis **	0 (0)	2 (2.32)	26 (30.23)
Асептический некроз блока плечевой кости Aseptic necrosis of the humeral trochlea	0 (0)	0 (0)	2 (2.32)
Инфекция области хирургического вмешательства Surgical site infection	1 (1.16)	1 (1.16)	0 (0)

Примечание. (*) — соотношение видов нейропатии по виду: 5 n. radialis (5,81 %), 2 n. ulnaris (2,32 %) и 1 n. medianus (1,16 %); (**) — I и II степени (классиф. Broberg-Morrey).

Note. (*) — ratio of neuropathy types by type: 5 n. radialis (5.81 %), 2 n. ulnaris (2.32 %) and 1 n. medianus (1.16 %); (**) — degrees I and II (classification by Broberg-Morrey).

Рисунок 1
Травмирующую трехглавую мышцу плеча
доступы к дистальному
эпифизу плечевой кости:
паратрицепсальный доступ
/ Alonso-Llames (a, b),
транстрицепсальный
доступ / Campbell (c)
и скелетирующий доступ /
Bryan-Morrey (d)

Figure 1
Triceps brachii muscle-
injuring approaches to the
distal humeral epiphysis:
paraticeps approach /
Alonso-Llames (a, b),
transtriceps approach /
Campbell (c), and skeletal
approach / Bryan-
Morrey (d)

Примечание. Н – плечевая
кость, О – локтевой
отросток.

Note. Н – humerus,
О – olecranon.

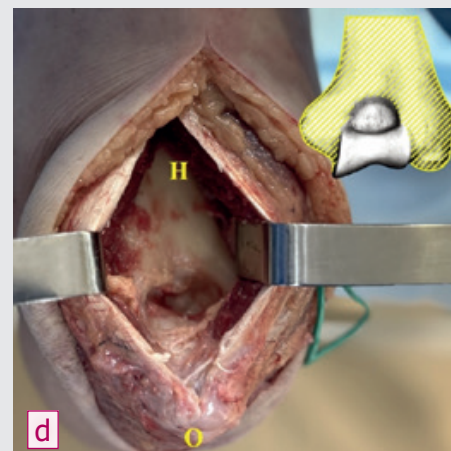
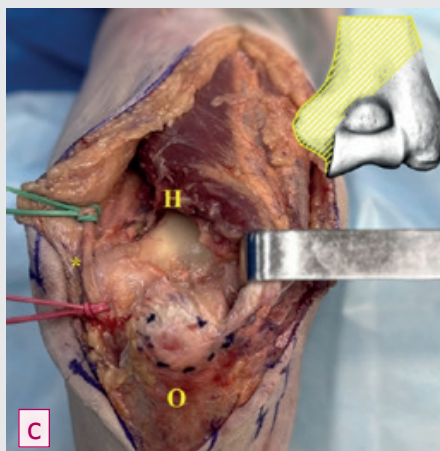
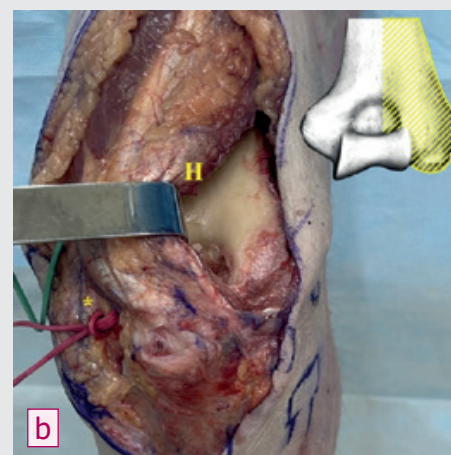
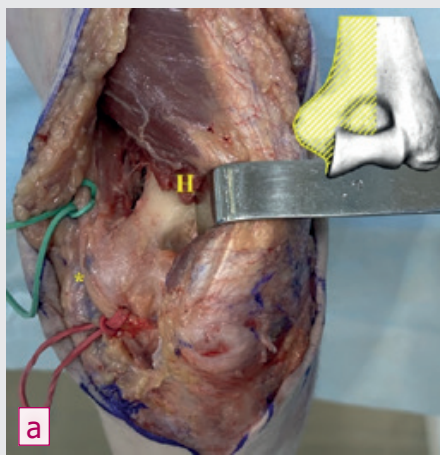


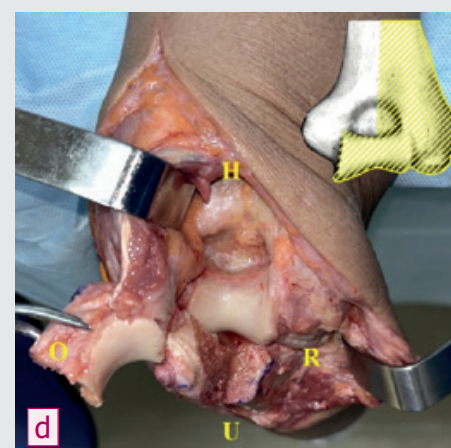
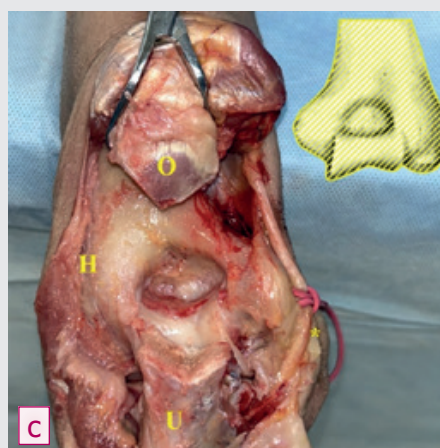
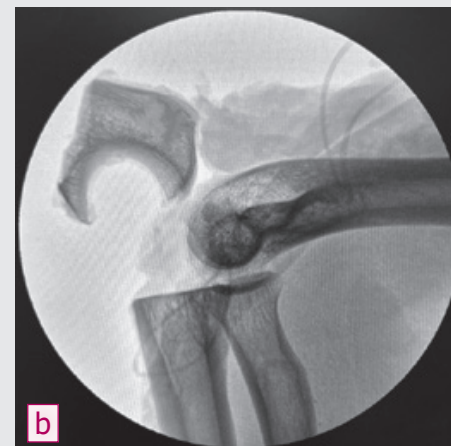
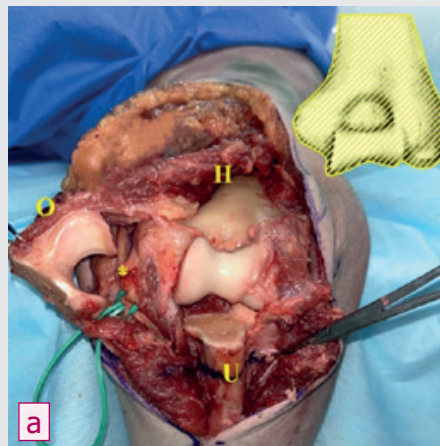
Рисунок 2
Три уровня остеотомии
локтевой кости:
проксимальная
внесуставная остеотомия
с рентгенографией в
сагиттальной проекции
(a, b), шевронная
osteotomy локтевого
отростка (c) и L-образная
osteotomy локтевого
отростка (d).

Figure 2
Three levels of ulnar
osteotomy: proximal
extra-articular osteotomy
with sagittal radiography
(a, b), chevron osteotomy
of the olecranon (c), and
L-shaped osteotomy of the
olecranon (d).

Примечание. Н – плечевая
кость, О – локтевой
отросток, U – локтевая
кость,

R – лучевая кость.

Note. Н – humerus,
О – olecranon, U – ulna,
R – radius.



ющих имплантатов при циклических сгибательно-разгибательных, а также ротационных движениях в локтевом суставе.

На первом этапе топографо-анатомического исследования для каждого доступа был задействован электронно-оптический преобразователь и смоделированы 3 уровня доступов с затрагиванием локтевой кости: внутрисуставная полная V-образная остеотомия локтевого отростка (шеvron-osteotomy) в проекции «голого участка» блоковидной вырезки, L-образная парциальная остеотомия локтевого отростка и проксимальная внесуставная остеотомия локтевой кости (рис. 2) [17].

На втором этапе топографо-анатомического исследования каждому виду остеотомии был, по мнению авторов статьи, подобран оптимальный метод остеосинтеза с применением различных видов металлоконструкций: спицы Киршнера диаметром 1,2 мм (с копьевидной заточкой), титановые якорные фиксаторы диаметром 6 мм, канюлированные винты диаметром 3, 4, 6,5 мм в комбинации с неадсорбируемой лентой и гибкой титановой проволокой диаметром 1,2 мм (рис. 3, 4).

Полученные результаты регистрировались методом фотофиксации с последующим вычислением. Индекс контакта «сухожилие —

кость»/«кость — кость» (ИК) измеряли в см². Понятие «рабочего окна» для проведения манипуляций репозиционного и фиксирующего характера блока плечевой кости в лечении пациентов с переломами типов 13В и 13С было разделено на следующие термины: открытая суставная поверхность (ОСП), видимая после выполнения травмирующего трехглавую мышцу плеча доступа, и закрытая суставная поверхность (ЗСП), видимая после проведения остеотомии локтевой кости. Измерения ОСП и ЗСП регистрировались в %, где за 100 % принимали переднюю и заднюю поверхности дистального метадиафиза пле-

Таблица 2

Анатомо-морфологические параметры дистального эпифиза плечевой кости при различных модификациях доступа, методов остеосинтеза локтевой кости

Table 2

Anatomical and morphological parameters of the distal epiphysis of the humerus with various modifications of access, methods of osteosynthesis of the ulna

Тип наблюдения* Observation type*	Пол Sex	Возраст, годы Age, years	Доступ Approach	Сторона Side	Остеотомия Osteotomy	Остеосинтез Osteosynthesis	Открытая суставная поверхность, % Open articular surface, %	Закрытая суставная поверхность, % Closed articular surface, %	Индекс контакта, см ² Contact index, cm ²
K1	М	54	Bryan-Morrey (скелетирующий) Bryan-Morrey (skeletal)	Правая Right	Субпериостальная декортикация Subperiosteal decortication	2 якорных фиксатора 2 anchor fixators	30	30	2.5
				Левая Left			28	30	2
K1	М	54	Alonso-Llames (паратрицепитальный) Alonso-Llames (paratricepital)	Правая Right	Шеврон-osteotomia Chevron-osteotomy	"напряженная петля" "tension band"	46	95	9
				Левая Left			47	92	8.5
K2	М	61	Alonso-Llames (паратрицепитальный) Alonso-Llames (paratricepital)	Правая Right	Проксимальная Proximal	2 канюлированных винта 4 мм 2 cannulated screws 4 mm	46	95	1.1
				Левая Left			44	98	1.6
K2	М	61	Alonso-Llames (паратрицепитальный) Alonso-Llames (paratricepital)	Правая Right	Проксимальная Proximal	1 канюлированный винт 6,5 мм 1 cannulated screw 6.5 mm	46	95	11.1
				Левая Left			48	92	10.6
K2	М	61	Campbell (транстрицепитальный) Campbell (transtricipital)	Правая Right	L-образная L-shaped	2 канюлированных винта 3 мм 2 cannulated screws 3 mm	42	38	8.9
				Левая Left			40	41	9.4

Примечание. (*) — кадавер в топографо-анатомическом исследовании.

Note. (*) — cadaver in topographic-anatomical study.

Рисунок 3
Рентгенография
локтевого сустава при
моделировании различных
видов остеосинтеза
локтевого отростка
после: интрамедуллярной
фиксация
канюлированным винтом
6,5 мм (a, b); после
фиксация 2 скрещенными
канюлированными
винтами 4 мм (c, d)

Figure 3
X-ray of the elbow joint
during modeling of various
types of osteosynthesis
of the olecranon after:
intramedullary fixation
with a 6.5 mm cannulated
screw (a, b); after fixation
with 2 crossed 4 mm
cannulated screws (c, d)

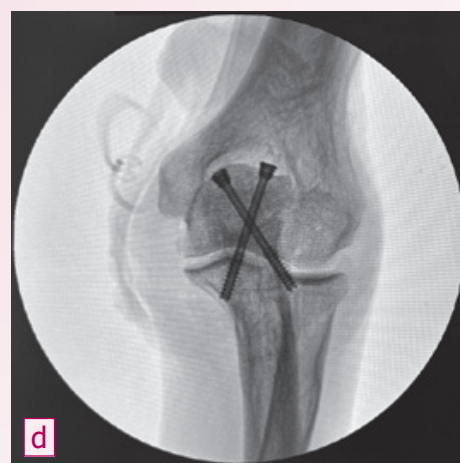
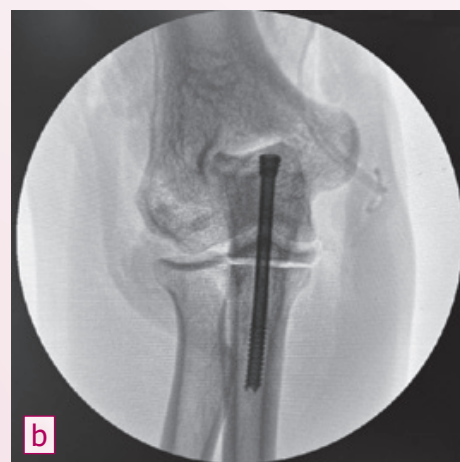
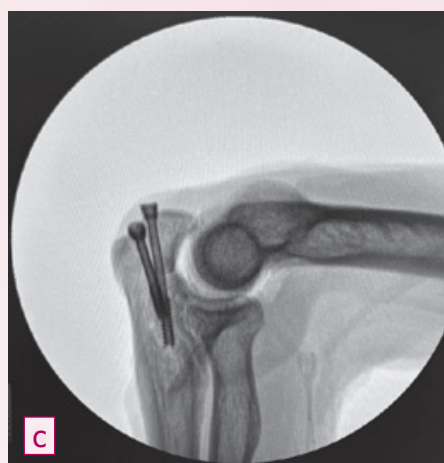
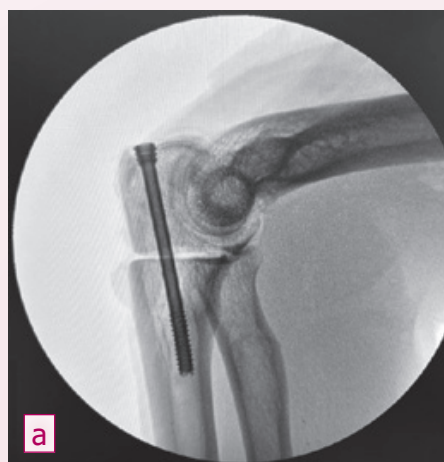
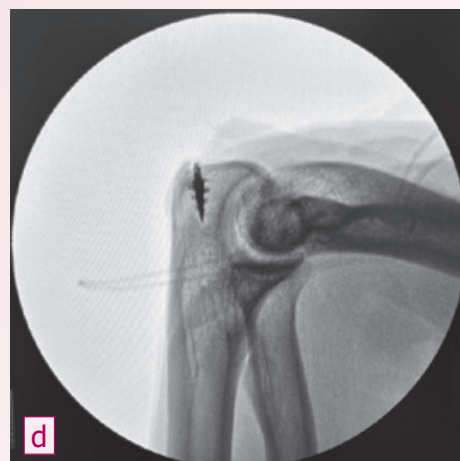
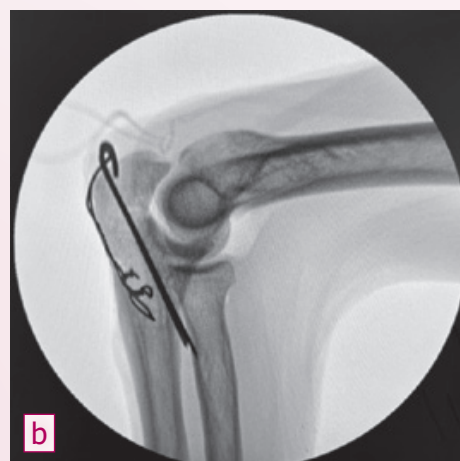
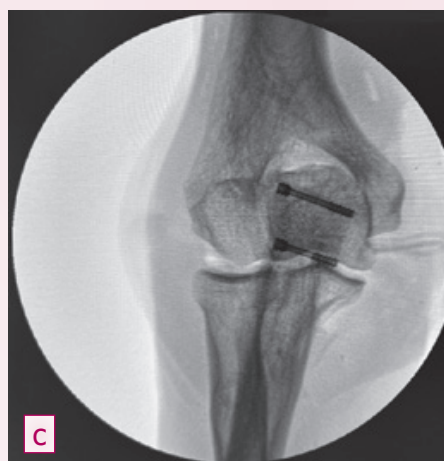
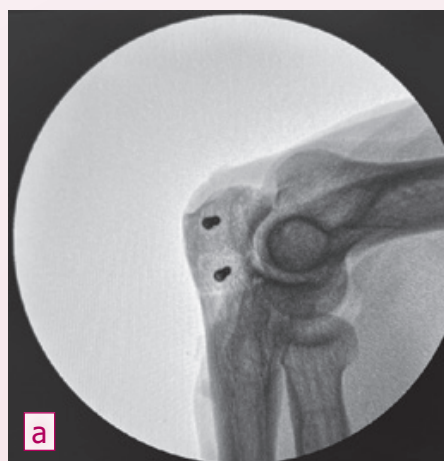


Рисунок 4
Рентгенография
локтевого сустава при
моделировании различных
видов остеосинтеза
локтевого отростка:
после фиксации
2 параллельными
канюлированными
винтами 3 мм (a, b),
при применении варианта
метода «напряженной
петли» и титановых
якорных фиксаторов
(c, d)

Figure 4
X-ray of the elbow
joint during modeling
of different types of
osteosynthesis of the
olecranon: after fixation
with 2 parallel cannulated
screws 3 mm (a, b), when
using a variant of the
“tension band” method
and titanium anchor
fixators (c, d)



чевой кости вместе со структурой блока.

Расчет параметров ИК при доступах к дистальному эпифизу плечевой кости производился по общепринятой в комбинаторной геометрии формуле Пика ($S = B + \Gamma / 2 - 1$, где S — площадь многоугольника, B — количество целочисленных точек внутри многоугольника, а Γ — количество целочисленных точек на границе многоугольника) отдельно для каждого вида доступов с затрагиванием локтевой кости: 1) шеврон-остеотомия (ИК1); 2) проксимальная внесуставная (ИК2); 3) L-образная остеотомия (ИК3). Кроме того, расчеты проводились для блоковидной вырезки локтевой кости и «голо-

участка» (bare area) — ИК4 × 2 и ИК5 (рис. 5).

Статистическая обработка данных производилась в IDE RStudio (версия 2021.09.2) на языке R (версии 4.0.2). Сравнения показателей проводились U-критерием Манна — Уитни. При достигнутом уровне значимости $p < 0,05$ различия считались статистически значимыми.

РЕЗУЛЬТАТЫ

По результатам проведенного топографо-анатомического исследования на 4 локтевых суставах (2 исследуемых трупа К1 и К2) произведены расчеты для 3 травмирующих трехглавую мышцу плеча доступов (рис. 1), а также для 3 доступов с затрагиванием лок-

тевой кости (рис. 2, 5). Не было выявлено существенной разницы между правым и левым локтевыми суставами обоих исследуемых трупа (р > 0,05) в отношении ОСП, которая составила от 23 до 46 % (табл. 2).

При сравнении травмирующих трехглавую мышцу плеча доступов площадь ОСП распределялась от меньшего к большему следующим образом: СД — 30 %, ТТД — 42 %, ПТД — 46 %. Однако процент визуализации блока плечевой кости в группе с затрагиванием локтевой кости (ЗСП) оказался значительно выше (L-образная остеотомия локтевого отростка — 38 ± 3 %; шеврон-остеотомия локтевого отростка — 95 ± 3 %, проксимальная вне-

Рисунок 5

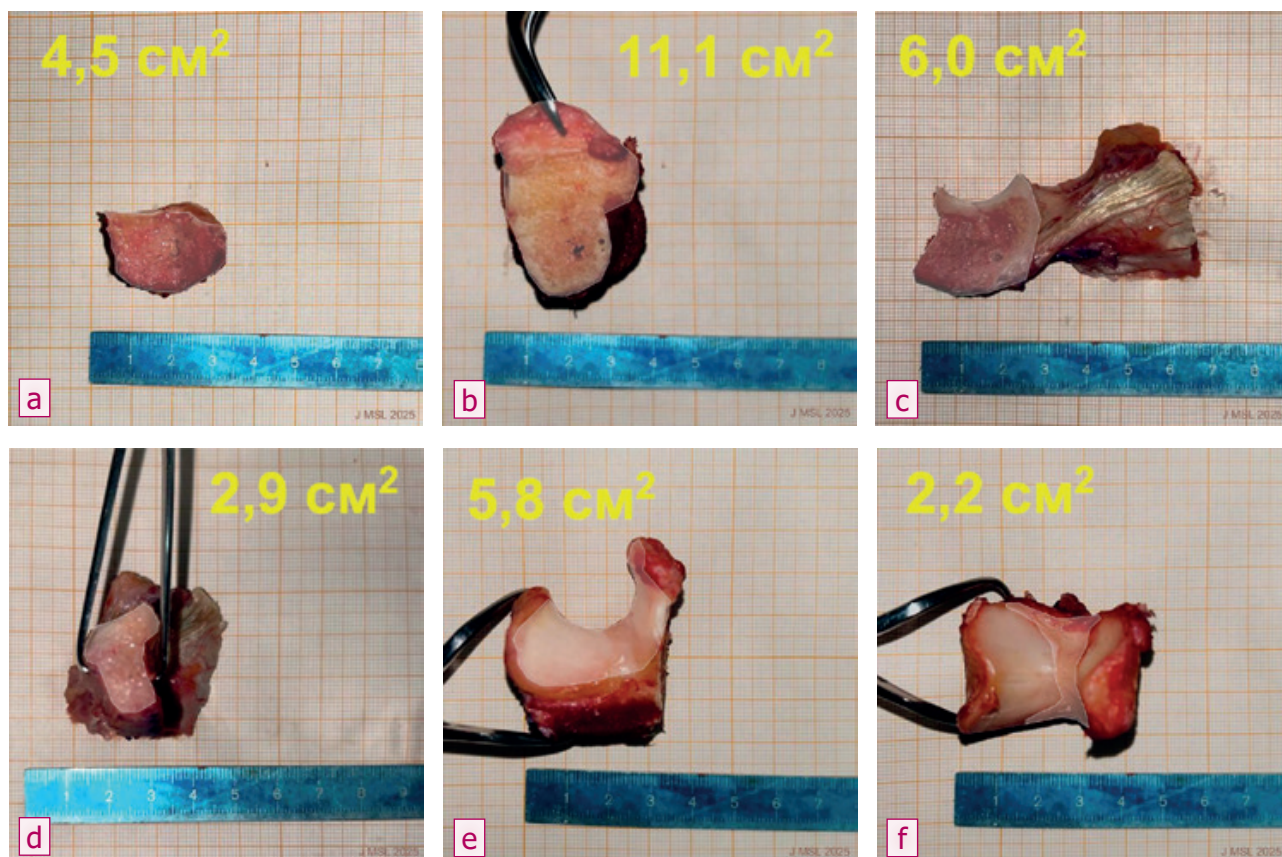
Фотофиксация замеров анатомо-морфологических параметров различных видов остеотомии локтевой кости: шеврон-остеотомия ИК1 и проксимальная внесуставная остеотомия ИК2 (а, б); L-образная остеотомия в сагитальной и фронтальной плоскостях ИК3 (с, д); суставной поверхности во фронтальной ИК4 (е) и «голового участка» в сагитальной плоскостях ИК5 (ф)

Примечание. ИК — индекс контакта.

Figure 5

Photographic recording of measurements of anatomical and morphological parameters of various types of osteotomy of the ulna: chevron osteotomy CI1 and proximal extra-articular osteotomy CI2 (a, b); L-shaped osteotomy in the sagittal and frontal planes CI3 (c, d); articular surface in the frontal CI4 (e) and "bare area" in the sagittal planes CI5 (f)

Note. CI — contact index.



суставная остеотомия локтевой кости — $95 \pm 3 \%$), чем в противоположной группе. Визуализация локтевого сустава через расширение «рабочего окна», достижимое с помощью техники L-образной остеотомии, было недостаточным в переднемедиальной части блока плечевой кости (рис. 2d). Индекс контакта поверхностей локтевой кости после выполнения остеотомии оказался следующим: шеврон-osteотомия — $9 \pm 0,5 \text{ см}^2$, проксимальная внесуставная остеотомия — $11,1 \pm 0,5 \text{ см}^2$ и L-образная остеотомия — $8,5 \pm 0,5 \text{ см}^2$. Показатели шеврон-osteотомии и проксимальной остеотомии малозначимо отличаются, обладая общим % визуализации ЗПС1, 3.

ОБСУЖДЕНИЕ

Известно, что остеотомия локтевого отростка при лечении пациентов с переломами ДОПК типов 13В и 13С увеличивает визуальный обзор и «рабочее окно» суставной поверхности блока плечевой кости в среднем на 11–22 % по сравнению с расщеплением или отсечением трехглавой мышцы плеча в доступах, но при этом значительно осложняет ревизионные варианты лечения при необходимости тотального эндопротезирования локтевого сустава [2, 16–18]. По данным литературы, частота осложнений после выполнения остеотомии составляет $> 29 \%$, что следует учитывать при предоперационном планировании [2, 3, 5]. Важное значение имеет осведомленность об альтернативах, таких как ТТД, ПТД и СД, обладающих меньшим % осложнений и сопоставимыми функциональными результатами.

Субпериостальная декорткация локтевого отростка для лучшей визуализации и менее травматичного проведения хирургических манипуляций с последующей имплантацией якорных фиксаторов или трансosseальных швов может быть использована в вариантах переломов 13А2.1–2.3, А3.1–3.3. Возможности «рабочего окна» данного доступа составляют ОСП1 $25 \pm 3 \%$ площади блока плечевой кости (рис. 1с).

С другой стороны, шеврон-osteотомия локтевого отростка облада-

ет высоким визуализирующим потенциалом, однако нередко требует парциального или полного отсечения структур лучевого коллатерального комплекса и/или поперечной порции медиального коллатерального комплекса (в том числе связки Соорег'a). Ее показатели подходят при лечении комплексных вариантов переломов ДОПК по типу 13А2.2–2.3, А3.1–3.3, 13В3, 13С1–С3 (рис. 2с). Относительно высокие риски развития остеоартроза ($30,23 \%$ через 12 месяцев наблюдения) и низкий показатель псевдоартроза зоны остеотомии ($3,6 \%$) связаны с большой площадью рекомендуемой зоны распила, которая составляет ИК5 $2,2 \text{ см}^2$ от общей площади блоковидной вырезки локтевой кости ИК4 $11,6 \text{ см}^2$ (рис. 5е, ф). Анатомо-морфологические параметры доступа (ЗСП1 $95 \pm 3 \%$; ИК1 $1,5 \pm 0,5 \text{ см}^2$) уступают внесуставной остеотомии, однако метод относится к технологически простым, и распил производится на удалении от магистральных сосудов и нервов, что делает его эталонным.

Существуют также альтернативные варианты остеотомий. Так, L-образная парциальная остеотомия локтевой кости (патент РФ № 2344779 от 27.01.2009) подразумевает распил локтевого отростка по продольной оси в сагиттальной плоскости до середины, а затем ее завершают поперечно кнаружи [19]. Тем самым достигается обнажение дистального эпифиза и латеральных аспектов блока (ЗСП3 $38\% \pm 3 \%$), в частности головочки плеча, что ценно при вовлечении данной анатомической структуры в переломах 13В1, 13В3 (рис. 2d, 4а, b). По нашему мнению, рассматриваемый доступ не лишен своих недостатков. Так, при выполнении костного распила повреждается структура интактного сухожилия трехглавой мышцы плеча, имеющей свою точку прикрепления на вершукке локтевого отростка. Кроме того, L-образная конфигурация распила технически сложна и может угрожать переходом в линию раскалывания, что особенно важно в лечении переломов ДОПК у пациентов с остеопорозом.

Наибольшим «рабочим окном» визуализации структур блока плечевой кости без рисков развития остеоартроза, не требующим каких-либо манипуляций в зоне блоковидной вырезки, является проксимальная внесуставная остеотомия локтевой кости (рис. 2а, b). В проведенном исследовании были определены сравнительные анатомо-морфологические измерения, показавшие, что наилучшими показателями обладает этот доступ (ЗСП2 $95 \pm 3\%$; ИК2 $11,1 \pm 0,5 \text{ см}^2$) (табл. 2). Распил производится на 5 мм дистально от венечного отростка под навигацией электронно-оптического преобразователя, что удлиняет хирургическую сессию при лечении переломов ДОПК, однако оптимально подходит под типы 13А2.2–2.3, А3.1–3.3, 13В3, 13С1–С3. Процедура подразумевает сохранение коллатеральных структур связочного аппарата локтевого сустава, интактность гиалинового хряща, однако близость прохождения локтевого нерва и само анатомическое положение головки лучевой кости вызывают опасения при работе осцилляторной пилой.

Прочность фиксации в современных техниках сопровождается использованием различного вида металлоконструкций и удлинением общего времени хирургической сессии, рисками ее миграции, а также прямой травматизацией гиалинового хряща структур, образующих локтевой сустав [20, 21]. В модели интрамедуллярного остеосинтеза проксимальной внесуставной остеотомии локтевой кости с использованием одного канюлированного винта 6,5 мм, простого и дешевого с экономической точки зрения, были выявлены описанные ранее явления мальпозиции костных фрагментов [20]. Методика требует корректного расположения имплантата, с учетом рисков заклинивания в костно-мозговом канале, раскалывания обоих фрагментов при наличии остеопороза и потери репозиции во время тестирования амплитуды движений на операционном столе, что значительно усложняет лечение переломов ДОПК комплексных типов 13А3.1–3.3, 13В2.3, 13В3 и 13С3 [5, 15, 18, 22].

При бережном отношении к мягким тканям и костным структурам, образующим локтевой сустав, комбинация шеврон-остеотомии локтевого отростка в проекции «голового участка» блоковидной вырезки локтевой кости и остеосинтеза разноплоскостным скрещиванием 2 канюлированных винтов 4 мм отвечает поставленным задачам, в сравнении с методом «напряженной петли» имеет, несомненно, лучший потенциал прочности фиксации и, как это было выяснено экспериментально, большую площадь контакта в зоне «кость — кость». Спицы Киршнера при точном выполнении метода проекционно направлены в дистально 5–10 мм от венечного отростка, в сторону плечевой, локтевой артерий медиального кожного нерва предплечья и венозного сплетения локтевой вены (рис. 4с), тогда как скрещивание канюлированных винтов в разных плоскостях лишено рисков контакта с перечисленными структурами и относительно быстро воспроизводимо (рис. 3с, d).

По мнению авторов, оптимальный доступ к дистальному эпифизу, используемый при лечении переломов ДОПК, должен позволять минимальное рассечение волокон трехглавой мышцы плеча и максимальную визуализацию. Как следствие, это позволит избегать

рисков контакта с сосудистыми и нервными структурами, развития остеоартроза, гетеротопической оссификации и контрактуры локтевого сустава. Соблюдение принципов преемственности хирургического доступа к виду перелома и остеосинтеза — основа безопасного и воспроизводимого метода лечения пациентов.

Стоит отметить, что представленное топографо-анатомическое исследование на кадаверном материале имело ряд ограничений. Для тестирования были доступны только 4 сустава. Хотя все доступные верхние конечности были свободны от визуальной деформации, следов хирургического вмешательства и грубых келоидных рубцов, на гиалиновом хряще блока плечевой кости отмечалась дегенерация по типу остеоартроза I–II степени (Broberg-Morrey). Обширная степень визуализации суставной поверхности блока плечевой кости без отсечения коллатеральных стабилизаторов оказалась возможна только при внесуставной остеотомии и полноценных амплитудах движений исследуемого сустава. Выполнение подобных процедур будет значительно осложнено на суставах с имеющимися десмогенными формами контрактур, что также стоит учитывать при выборе уровня остеотомии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Достижение большей визуализации к структурам блока плечевой кости при лечении пациентов с переломами типа 13В и 13С возможно при сочетании методов остеосинтеза, соответствующих виду остеотомии локтевого отростка. Уровень проведения распила локтевой кости является причиной развития дегенеративно-дистрофических изменений локтевого сустава и до сих пор остается открытым вопросом. Требуется анализ на прочность каждого из методов фиксации, что на прямую влияет на сроки консолидации искусственного перелома локтевого отростка и не редко сопровождается транзиторными осложнениями в послеоперационном периоде. Представленная серия топографо-анатомических исследований на кадаверном материале дает первичную оценку результатов и возможность проведения проспективного исследования по внедрению в клиническую практику новых хирургических комбинаций.

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

- Jeong H-S, Yang JY, Jeon SJ, Shon H-C, Oh J-K, Lim EJ. Comparison of olecranon osteotomy and paratricipital approach in distal humerus intra-articular fracture: a systematic review and meta-analysis. *Medicine*. 2022; 101: 34(e30216). DOI: 10.1097/MD.00000000000030289.
- Spierings KE, Schoolmeesters BJ, Doornberg JN, Eygendaal D, van den Bekerom MP. Complications of olecranon osteotomy in the treatment of distal humerus fracture. *Clin Shoulder Elb*. 2022; 25(2): 163-169. DOI:10.5397/cise.2021.00591.
- Yetter TR, Weatherby PJ, Somerson JS. Complications of articular distal humeral fracture fixation: a systematic review and meta-analysis. *J Shoulder Elbow Surg*. 2021; 30(8): 1957-1967. DOI: 10.1016/j.jse.2021.02.017.
- Holte AJ, Dean RE, Chang G. Distal humerus fractures: review of literature, tips, and tricks. *JSES Rev Rep Tech*. 2023; 4(3): 639-646. DOI:10.1016/j.xrrt.2023.11.004.
- Sudah SY, Puzzitiello RN, Nasra MH, Moverman MA, Pagani NR, Guss MS, et al. Nonoperative treatment of distal humerus fractures in the elderly yields satisfactory functional outcomes and low conversion to delayed surgery: a systematic review. *JSES Rev Rep Tech*. 2021; 2(1): 96-102. DOI:10.1016/j.xrrt.2021.10.001.
- Shuyssky AA. Combined osteosynthesis of intra-articular fractures of the distal metaepiphysis of the humerus: dissertations of candidate of medical sciences: 3.1.8. National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics named after N.N. Priorov. Moscow, 2022. 131 p. Russian (Шуйский А. А. Комбинированный остеосинтез внутрисуставных переломов дистального метаэпифиза плечевой кости : дис. ... канд. мед. наук: 3.1.8. / Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Н.Н. Приорова. Москва, 2022. 131 с.)
- Kesyan GA, Urazgildev RZ, Karapetyan GS, Arsenyev IG, Levin AN, Kesyan OG, et al. Evolution of methods for treating intra-articular fractures of the distal metaepiphysis of the humerus (literature review). *Bulletin of the Smolensk State Medical Academy*. 2020; 19(3):185-200. Russian (Кесян Г. А., Уразгильдеев Р. З., Карапетян Г. С., Арсеньев И. Г., Левин А. Н., Кесян О. Г. и др. Эволюция методов лечения внутрисуставных переломов дистального метаэпифиза плечевой кости (обзор литературы) // Вестник Смоленской государственной медицинской академии. 2020. Т. 19, № 3. С. 185-200. DOI 10.37903/vsgma.2020.3.27.)
- Kvasov DV, Solod EI, Bekshokov KK. Choice of surgical treatment method for intra-articular fractures of the distal humerus. *International Research Journal*. 2024; 6 (144). URL: <https://research-journal>.

- org/archive/6-144-2024-june/10.60797/IRJ.2024.144.73 (date of access: May 18, 2025). DOI: 10.60797/IRJ.2024.144.73. Russian (Квасов Д. В., Солод Э. И., Бекшоков К. К. Выбор способа оперативного лечения внутрисуставных переломов дистального отдела плечевой кости // Международный научно-исследовательский журнал). 2024. № 6 (144). URL: <https://research-journal.org/archive/6-144-2024-june/10.60797/IRJ.2024.144.73> (дата обращения: 18.05.2025).
9. Plecko M, Schwarz UM, Hohenberger GM, Hammer N, Schwarz AM. Lateral para-olecranon approach: surgical guide and anatomical considerations to the anconeus branch: is there a nerve-free zone? *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2023; 49(2): 875-884. DOI: 10.1007/s00068-022-02141-4.
 10. Sinkler MA, Adelstein JM, Kodszy MM, Ochenjele G, Sontich JK, Wetzel RJ, et al. Postoperative dorsal step-off predicts olecranon osteotomy union: a retrospective cohort study. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2024; 35(1): 49. DOI: 10.1007/s00590-024-04169-1.
 11. Sergeev AYU, Fayn AM, Vaza AYU, Gnetetsky SF, Bondarev VB. Experience of using extended transtricepital access in osteosynthesis of complex fractures of the distal metaepiphysis of the humerus. *Emergency Medical Care. Journal named after N.V. Sklifosovsky.* 2021; 10(4):687-694. Russian (Сепреев А. Ю., Файн А. М., Ваза А. Ю., Гнететский С. Ф., Бондарев В. Б. Опыт использования расширенного транстрицепитального доступа при остеосинтезе сложных переломов дистального метаэпифиза плечевой кости // Неотложная медицинская помощь. Журнал им. Н.В. Склифосовского. 2021. Т. 10, № 4. С. 687-694. DOI: 10.23934/2223-9022-2021-10-4-687-694.)
 12. Xiong C, Ju J, Huang B, Zhan S, Zeng H, Zhu H, Zhang D, Yang M. Morphological map of the proximal ulna bare area: a computer-assisted anatomical study in relation to olecranon osteotomy. *J Shoulder Elbow Surg.* 2025; S1058-2746(25)00072-2. DOI: 10.1016/j.jse.2024.12.012.
 13. Lu S, Zha YJ, Gong MQ, Chen C, Sun WT, Hua KH, Jiang XY. Olecranon osteotomy vs. triceps-sparing for open reduction and internal fixation in treatment of distal humerus intercondylar fracture: a systematic review and meta-analysis. *Chin Med J (Engl).* 2021; 134(4): 390-397. DOI: 10.1097/CM9.0000000000001393.
 14. Jain R, Frank H C, Dutta K K, Hazarika K, Intra-articular distal humerus fracture – TRAP or olecranon osteotomy. *Indian J Orthop Surg.* 2023; 9(2): 53-60. DOI: 10.18231/j.ijos.2023.014.
 15. Teng L, Zhong G, Li HB, Cen SQ, Liu DH, Li L. Combined medial and lateral approach versus paratricipital approach in open reduction and internal fixation for type C distal humerus fracture: a randomized controlled study. *Orthop Surg.* 2023; 15(8): 2062-2073. DOI: 10.1111/os.13658.
 16. Aggarwal S, Paknikar K, Sinha J, Compson J, Reichert I. Comprehensive review of surgical approaches to the elbow. *Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma.* 2021; 20: 101482. DOI: 10.1016/j.jcot.2021.101482.
 17. Daneshvar P, Gee A, Schemitsch EH, Pike J, Huang A, Jarvie G, et al. Proximal ulna osteotomy for complex fractures of the distal humerus: a 3-dimensional laser analysis and comparison with olecranon osteotomy. *J Hand Surg Am.* 2022; 47(4): 320-328. DOI: 10.1016/j.jhssa.2021.11.010.
 18. Wilson ES, Buckwalter JA 5th, Henning G, Davison J, Fleury IG, Willey MC. Inclusion of olecranon osteotomy with the posterior approach for fixation of distal humerus fractures (OTA/AO 13) does not increase surgical complications. *Journal of Orthopaedic Trauma.* 2021; 35(7): e223-e227. DOI: 10.1097/BOT.0000000000002006.
 19. Kim AP. Patent No. 2344779 C1 Russian Federation, IPC A61B 17/56. Method of osteotomy of the olecranon process Russian (Ким А. П. Патент № 2344779 C1 Российская Федерация, МПК A61B 17/56. Способ остеотомии локтевого отростка: № 2007123400/14: заявл. 21.06.2007; опубл. 27.01.2009; заявитель Федеральное государственное учреждение «Уральский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии имени В.Д. Чаклина Федерального агентства по высокотехнологичной медицинской помощи».)
 20. Cañete San Pastor P, Lopez Valenciano J, Copete I, Prosper Ramos I. Fixation of olecranon osteotomy only with 6'5 mm partially threaded cancellous screw is a safe and effective method used in surgical management of distal humerus fractures. *J Exp Orthop.* 2021; 8(1): 4. DOI: 10.1186/s40634-020-00317-8.
 21. Civan O, Ugur L, Yildiz G. Comparison of two surgical techniques for the treatment of transverse olecranon fractures: a finite element study. *The International Journal of Medical Robotics and Computer Assisted Surgery.* 2021; 17(4). DOI: 10.1002/rcs.2265.
 22. Morrey ME, Morrey BF, Sanchez-Sotelo J, Barlow JD, O'Driscoll S. A review of the surgical management of distal humerus fractures and nonunions: from fixation to arthroplasty. *J Clin Orthop Trauma.* 2021; 20: 101477. DOI: 10.1016/j.jcot.2021.101477.
 23. Russell MacAusland W. Ankylosis of the elbow: with report of four cases treated by arthroplasty. *JAMA.* 1915;64(4):312-318. DOI:10.1001/jama.1915.02570300026009
 24. Willis C. Campbell. Incision for exposure of the elbow joint. *The American Journal of Surgery.* 1932; 15(1):65-67. DOI:10.1016/S0002-9610(32)90997-0
 25. Deakin DE, Deshmukh SC. The triceps-flexor carpi ulnaris (TRIFCU) approach to the elbow. *Ann R Coll Surg Engl.* 2010;92(3):240-242. DOI: 10.1308/003588410X12628812458536
 26. O'Driscoll SW. The triceps-reflecting anconeus pedicle (TRAP) approach for distal humeral fractures and nonunions. *Orthop Clin North Am.* 2000;31(1):91-101. DOI:10.1016/s0030-5898(05)70130-9
 27. Bryan RS, Morrey BF. Extensive posterior exposure of the elbow. A triceps-sparing approach. *Clin Orthop Relat Res.* 1982;(166):188-192. PMID: 7083671.
 28. Alonso-Llames M. Bilateral tricipital approach to the elbow. Its application in the osteosynthesis of supracondylar fractures of the humerus in children. *Acta Orthop Scand.* 1972;43(6):479-90. DOI:10.3109/17453677208991270
 29. Riseborough EJ, Radin EL. Intercondylar T fractures of the humerus in the adult. A comparison of operative and non-operative treatment in twenty-nine cases. *J Bone Joint Surg Am.* 1969; 51(1):130. DOI:10.2106/00004623-196951010-00011
 30. Evans EM. Supracondylar-Y fractures of the humerus. *J Bone Joint Surg Br.* 1953 Aug;35-B(3):371-375. PMID: 13084683.
 31. Schildhauer TA, Nork SE, Mills WJ, Henley MB. Extensor mechanism-sparing paratricipital posterior approach to the distal humerus. *J Orthop Trauma.* 2003;17(5):374-378. DOI:10.1097/00005131-200305000-00009.

Сведения об авторах:

Медведчиков А.Е., к.м.н., научный сотрудник, врач травматолог-ортопед ФГБУ «ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России, г. Новосибирск, Россия; врач травматолог-ортопед Клинического госпиталя «MD Group: Мичуринский» (ООО «ХАВЭН»), г. Москва, Россия. <https://orcid.org/0000-0002-1271-9026>

Анастасиева Е.А., к.м.н., врач травматолог-ортопед ФГБУ «ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России, г. Новосибирск, Россия; врач травматолог-ортопед, врач физиотерапевт, и.о. заведующего отделением восстановительного лечения Клиники «Евромед», г. Новосибирск, Россия. <https://orcid.org/0000-0002-9329-8373>

Прокопович Т.Е., младший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории заготовки и консервации тканей, клинический ординатор по специальности «травматология-ортопедия» ФГБУ «ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России, г. Новосибирск, Россия. <https://orcid.org/0009-0003-8687-0866>

Симонян А.А., врач травматолог-ортопед Клинического госпиталя «MD Group: Мичуринский» (ООО «ХАВЭН»), г. Москва, Россия. <https://orcid.org/0000-0003-3457-1031>

Кирилова И.А., д.м.н., заместитель директора по научной работе ФГБУ «ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России, г. Новосибирск, Россия. <https://orcid.org/0000-0003-1911-9741>

Адрес для переписки:

Анастасиева Евгения Андреевна, ул. Фрунзе, 17, г. Новосибирск, Россия, 630091

Тел: +7 (913) 711-35-12

E-mail: evgeniya.anastasieva@gmail.com

Статья поступила в редакцию 17.06.2025

Рецензирование пройдено 18.07.2025

Подписано в печать 05.08.2025

Information about authors:

Medvedchikov A.E., candidate of medical sciences, researcher, traumatologist-orthopedist, Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopedics n.a. Ya.L. Tsivyan, Novosibirsk, Russia; traumatologist-orthopedist, Clinical Hospital «MD Group: Michurinsky» (LLC "HAVEN"), Moscow, Russia. <https://orcid.org/0000-0002-1271-9026>

Anastasieva E.A., candidate of medical sciences, traumatologist-orthopedist, Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopedics n.a. Ya.L. Tsivyan, Novosibirsk, Russia; traumatologist-orthopedist, physiotherapist, acting head of department of rehabilitation treatment, «Euromed» Clinic, Novosibirsk, Russia. <https://orcid.org/0000-0002-9329-8373>

Prokopovich T.E., junior Researcher at the Scientific Research Laboratory of harvesting and Preservation of tissues, clinical resident in the specialty «traumatology-orthopedics», Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopedics n.a. Ya.L. Tsivyan, Novosibirsk, Russia. <https://orcid.org/0009-0003-8687-0866>

Simonyan A.A., traumatologist-orthopedist, Clinical Hospital "MD Group: Michurinsky" (LLC «HAVEN»), Moscow, Russia. <https://orcid.org/0000-0003-3457-1031>

Kirilova I.A., MD, PhD, deputy director for research, Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopedics n.a. Ya.L. Tsivyan, Novosibirsk, Russia. <https://orcid.org/0000-0003-1911-9741>

Address for correspondence:

Anastasieva Evgenia Andreevna, Frunze St., 17, Novosibirsk, Russia, 630091

Tel: +7 (913) 711-35-12

E-mail: evgeniya.anastasieva@gmail.com

Received 17.06.2025

Review completed 18.07.2025

Passed for printing 05.08.2025



ХАРАКТЕРИСТИКА НЕВРОЛОГИЧЕСКОГО СТАТУСА И ЛАБОРАТОРНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРИ ПРОНИКАЮЩИХ РАНЕНИЯХ ЧЕРЕПА И ГОЛОВНОГО МОЗГА В СОВРЕМЕННОМ ВООРУЖЕННОМ КОНФЛИКТЕ

CHARACTERISTICS OF NEUROLOGICAL STATUS AND LABORATORY INDICATORS IN WOUNDED PERSONS WITH PENETRATING WOUNDS OF THE SKULL AND BRAIN IN MODERN ARMED CONFLICT

Кистень В.К. Kisten V.K.
Гайворонский А.И. Gaivoronsky A.I.
Свистов Д.В. Svistov D.V.
Касимов Р.Р. Kasimov R.R.
Исаев Д.М. Isaev D.M.
Можейко Р.А. Mozheyko R.A.

ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» Минобороны России,

ФГКУ «442-й окружной военный клинический госпиталь имени З.П. Соловьева» Минобороны России,

г. Санкт-Петербург, Россия,

ФГКУ «39-й отдельный медицинский отряд (аэромобильный) воздушно-десантных войск» Минобороны России,

г. Тула, Россия

S.M. Kirov Military Medical Academy,

442nd District Military Clinical Hospital n.a. Z.P. Solovyev of the Ministry of Defense of the Russian Federation,

St. Petersburg, Russia

39th separate medical detachment (airmobile) of the Airborne Forces of the Ministry of Defense of the Russian Federation, Tula, Russia

В современном вооруженном конфликте огнестрельные ранения головы как ведущей локализации составляют до 8,3 % в числе всех огнестрельных ранений, а как причина гибели — 14,1 %. Гибель военнослужащих на поле боя от сочетанных и комбинированных поражений вследствие ранений головы наступает в 53 % случаев, в случаях прицельной стрельбы по жизненно важным областям смертельные повреждения головы достигают 33,9 %. Клиническая картина различается при ранениях одинаковой локализации в зависимости от сопутствующих внутри- и внечерепных факторов.

Цель исследования — описать проявления проникающих ранений черепа и головного мозга.

Материалы и методы. Оценка общего статуса, неврологической симптоматики и данных лабораторного исследования ранений производилась на основе стандартизированных методик. Изучена медицинская документация 100 пациентов с огнестрельными проникающими ранениями черепа и головного мозга, поступивших на этап квалифицированной хирургической помощи (с элементами специализированной).

Результаты. Выявлены основные тенденции течения сочетанных ранений, ведущей локализацией которых являются проникающие ранения черепа и головного мозга, определены наиболее часто встречающиеся симптомы, на которые необходимо обращать внимание врачам, оказывающим медицинскую помощь на 1-м и 2-м этапах контроля повреждений.

Заключение. Данные, приведенные в статье, позволяют рассчитать потребность в необходимом обеспечении силами и средствами этапа квалифицированной хирургической помощи (с элементами специализирован-

In the Special Military Operation, gunshot wounds to the head, as the leading localization, account for up to 8.3 % of all gunshot wounds, and as a cause of death — 14.1 %, occupying a dominant position among all causes of death of military personnel on the battlefield. The death of military personnel on the battlefield from concomitant and combined injuries due to head damages occurs in 53 % of cases; in cases of targeted shooting at vital areas, fatal head injuries account for up to 33.9 %. The clinical picture varies depending on the accompanying intra- and extracranial factors.

Objective — to describe the manifestations of penetrating skull and brain injuries.

Materials and methods. The assessment of clinical, neurological, and laboratory symptoms of injuries was performed using standardized methods. The medical records of 100 patients with gunshot penetrating skull and brain injuries who received qualified surgical care (with elements of specialized care) were reviewed.

Results. The main trends in the course of concomitant injuries, the leading localization of which is the penetrating skull and brain injuries, have been identified, and the most common symptoms that should be taken into account by doctors providing medical care at the 1st and 2nd stages of damage control have been determined.

Conclusion. The data presented in the article will allow for the calculation of the necessary resources and equipment for the qualified surgical care (with elements of specialized care) stage to pro-

Для цитирования: Кистень В.К., Гайворонский А.И., Свистов Д.В., Касимов Р.Р., Исаев Д.М., Можейко Р.А. ХАРАКТЕРИСТИКА НЕВРОЛОГИЧЕСКОГО СТАТУСА И ЛАБОРАТОРНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРИ ПРОНИКАЮЩИХ РАНЕНИЯХ ЧЕРЕПА И ГОЛОВНОГО МОЗГА В СОВРЕМЕННОМ ВООРУЖЕННОМ КОНФЛИКТЕ // ПОЛИТРАВМА / POLYTRAUMA. 2025. № 3. С. 63-74.

Режим доступа: <http://poly-trauma.ru/index.php/pt/article/view/608>

DOI: 10.24412/1819-1495-2025-3-63-74

ной) для оказания помощи пострадавшим с проникающими ранениями черепа и головного мозга.

Ключевые слова: проникающие ранения черепа; сочетанные ранения; неврологический статус; лабораторные показатели; клиническая картина; квалифицированная хирургическая помощь

vide assistance to wounded patients with penetrating skull and brain injuries.

Keywords: penetrating skull wounds; concomitant injuries; neurological status; laboratory parameters; clinical picture; qualified surgical care

В современном вооруженном конфликте в числе всех огнестрельных ранений до 8,3 % приходится на голову, а в 14,1 % случаев изолированные ранения в области черепа и головного мозга являются причиной гибели военнослужащих на поле боя [1]. Гибель военнослужащих на поле боя от сочетанных и комбинированных поражений вследствие ранений головы наступает в 53 % случаев, по наблюдениям Р.Р. Касимова с соавт. [2]. По данным А.П. Божченко и соавт., смертельные повреждения головы составляют до 33,9 % в случаях прицельной стрельбы по жизненно важным областям [3]. Клиническая картина при ранениях одинаковой локализации имеет различия в зависимости от разных факторов, как внутри-, так и внечерепных.

В процессе изучения клинических проявлений травм головы во время Великой Отечественной войны врачи фиксировали уникальную и смешанную клиническую картину, характеризующуюся острым течением и сочетанием серьезных общемозговых, очаговых и вегетативных расстройств, что напоминало инсульт мозга или синдром контузии и сдавления. Некоторые специалисты, анализируя травматические поражения головного мозга различной локализации, отмечали признаки повреждения зрительного пути на разных уровнях. Например, М.Л. Клячко зафиксировал у 53,4 % из 117 раненых с повреждениями затылочной области различные формы гемианопсий [4].

В Афганистане у военнослужащих в дополнение к ранению из-за жаркого климата и высокогорья появлялись симптомы обезвоживания (тахикардия, гипертермия, снижение массы тела), возникал риск развития отека мозга, острой дыхательной недостаточности, гипоксии и гипоксемии. Практически у всех пострадавших, способных к контакту, была отмечена головная боль, как периодическая (85,6 %),

так и постоянная (10,8 %). Среди других жалоб были общая немотивированная слабость (55,0 %), снижение слуха (20,7 %), нарушения зрения (22,5 %). Из неврологических выпадений наиболее частыми были гемипарез — у 30,6 %, реже парез верхней конечности — у 10,8 %, нижней конечности — у 3,6 %. Эпилептическими припадками страдали 27,9 % человек с проникающими (93,5 %) ранениями черепа [5, 6].

В мирное время, по данным А.В. Семенова, с 1990 по 1999 г. в г. Иркутске среди пациентов с проникающими ранениями черепа в ясном сознании поступило 20,0 %, в умеренном оглушении — 25,7 %, в глубоком оглушении — 0, в сопоре — 14,29 %, в коме — 11,43 %, в коме II — 14,29 %, в коме III — 5 %. Общая летальность среди больных с проникающими ранениями черепа составила 48,57 % [7].

В 2004 г. в условиях локальных вооруженных конфликтов при исследовании клинической картины проникающих ранений черепа и головного мозга А. Чабуловым (Душанбе) получены следующие данные: вследствие повышения давления в легочной артерии и снижения легочного кровотока возникает прогрессирующая недостаточность в системе гемодинамики большого и малого кругов кровообращения, степень которой достоверно коррелирует с тяжестью угнетения уровня сознания. Кроме того, при проникающих ранениях черепа и головного мозга в зависимости от степени тяжести определяются нарушения гипокоагулирующей функции легких и, как следствие, свертывающей, антисвертывающей и фибринолитической системы крови, что играет решающую роль в развитии полиорганной недостаточности [8].

В 2011 г. при исследовании пациентов с огнестрельными ранениями черепа и головного мозга из пистолета ОСА в Республике Казахстан В.К. Тяном получены следующие

данные: 75 % пострадавших были в тяжелом состоянии, 8,3 % — в крайне тяжелом, 16,7 % — в состоянии средней тяжести. Нарушение сознания имело место у 75 % раненых. У всех в ходе клинико-неврологического исследования выявлялись функционально-неврологические расстройства, характерные для острого периода ушиба головного мозга. Локальный осмотр выявлял наличие одиночных или множественных огнестрельных ран с разможженными краями в области лица у 25 % обследованных, а в области мозгового черепа — у 75 %. В 100 % случаев раны имели треугольную или звездчатую форму, продолжающегося кровотечения из них не отмечалось. Истечение мозгового детрита из раны выявлено у 25 % [9].

В 2014 г. в Украине среди пострадавших с проникающими ранениями черепа и головного мозга, по данным А.Г. Сірко, в состоянии средней тяжести госпитализированы 7,3 % раненых, в тяжелом — 68,3 %, в крайне тяжелом — 22 %, в терминальном — 1 %. Состояние раненых в остром периоде травмы оценивали по трем основным составляющим: состояние сознания, состояние жизненно важных функций, тяжесть очаговых неврологических расстройств. Уровень сознания раненых оценивали по шкале комы Глазго. У пострадавших с эндотрахеальной интубацией или при наличии расстройств речи языковой ответ оценивали на основе экстраполяции двигательного ответа и открывания глаз. Ясное сознание отмечено у 12,2 % раненых, умеренное оглушение — у 26,8 %, глубокое оглушение — у 22 %, сопор — у 14,6 %, кома I — 17,1 %, кома II — у 4,9 %, кома III — у 2,4 %. Сочетанные проникающие ранения черепа и головного мозга диагностированы у 58,5 % раненых, комбинированные — у 7,3 %, изолированные — у 34,1 %. Массивное ранение мягких тканей головы при со значительными дефектами

кожи наблюдали у 3 пострадавших [10]. При боевых действиях в мегаполисе отмечали раны, загрязненные фрагментами одежды, почвой, строительным мусором [11].

А.А. Потаповым и соавт. (2014) установлено, что у 30–50 % пострадавших с проникающими ранениями черепа и головного мозга развивается симптоматическая эпилепсия [12].

С 2005 по 2018 г. в Австрии при ретроспективном анализе пациентов с проникающими ранениями черепа и головного мозга F. Marhold и соавт. были получены следующие данные: высокоскоростные ранения были связаны с низкими баллами GCS при поступлении. При низкоскоростных ранениях 69 % имели GCS 13–15, а 31 % — GCS 3–8. При высокоскоростных ранениях у 9 % было GCS 13–15, у 9 % — GCS 12–9, а 82 % были с GCS 3–8. Не было обнаружено статистической значимости в отношении статуса зрачков при поступлении, размера желудочков или состояния базальных цистерн на СКТ между низко- и высокоскоростными ранениями [13].

У пострадавших с проникающими ранениями черепа и головного мозга очаговые клинические проявления зачастую замаскированы симптомами дыхательных и сердечно-сосудистых нарушений, нарушений кровообращения. Сложностью изучения неврологического статуса данных раненых является их частое нахождение в гиперсенсибилизации, зачастую без показаний. Жалобы и клиника при поступлении на этап квалифицированной хирургической помощи обусловлены реакцией головного мозга на ранение, поражением прилежащих структур головного мозга, массивным афферентным воздействием на центральную нервную систему (ЦНС) сочетанных ранений. На первое место у раненых в сознании выходит общемозговая симптоматика с преобладанием по частоте астено-вегетативного синдрома, интеллектуально-мнестического дефицита (для пострадавших в ясном сознании или в умеренном оглушении). У раненых, поступивших в медикаментозной седации, выявить жалобы не удастся, поэтому

принято полагаться на результаты инструментальных исследований с клинико-лабораторным дополнением. Тем не менее, данные лабораторной диагностики позволяют предупредить развитие летального исхода у раненых, находящихся на пределе своих физиологических возможностей. Предотвращение диагностических задержек и раннее начало церебральной реанимации повышают шансы на выздоровление раненых [10].

Цель данной статьи — описать клинические, неврологические и лабораторные проявления, в том числе сочетанных и комбинированных проникающих ранений черепа и головного мозга, в современном вооруженном конфликте.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалом для данного исследования послужили данные медицинской документации 100 раненых, поступивших на этап оказания квалифицированной хирургической помощи с элементами специализированной (нейрохирургической) одного из передовых военно-полевых сортировочных госпиталей (ВПСГ).

Критерием включения в исследование являлись наличие проникающего ранения черепа и головного мозга, характер ранения (огнестрельные пулевые и осколочные, минно-взрывные), анамнез (получение ранения в ходе боевых действий). Критерии невключения: непроникающие черепно-мозговые ранения.

Все исследуемые пациенты — военнослужащие мужского пола. Ранжирование по возрасту составило от 18 до 54 лет (средний возраст — $34 \pm 2,6$ года). У 8 % отсутствовали документы, удостоверяющие личность, с данными о возрасте.

Оценка клинических неврологических симптомов производилась на основе общепринятых методик в клинической нейротравматологии. Изучались степень угнетения сознания, функции черепных нервов, двигательная функция. Чувствительность и функции тазовых органов в большинстве случаев не могли быть оценены. На расстройства координации обращали вни-

мание лишь в случаях нахождения пациентов в относительно активном состоянии, ясном сознании и при отсутствии тяжелой экстракраниальной патологии.

Для оценки перфузии головного мозга принимали во внимание среднее артериальное давление (АД). В ходе объективного исследования изучали тяжесть состояния, частоту сердечных сокращений (ЧСС), АД, частоту дыхательных движений (ЧДД), состояние внутренних органов и опорно-двигательного аппарата совместно со смежными специалистами.

В ходе лабораторного исследования изучались следующие показатели: гемоглобин, гематокрит, эритроциты, тромбоциты и лейкоциты в общем анализе крови. Для оценки свертывающей системы крови брали в расчет активированное частичное тромбопластиновое время (АЧТВ), международное нормализованное отношение (МНО), фибриноген. При внешних признаках истощения раненых обращали внимание на общий белок в биохимическом анализе крови. Оценивались также концентрации аланинаминотрансферазы, аспартатаминотрансферазы, креатинина, мочевины. При необходимости назначались анализы на газы крови для верификации острого нарушения дыхательной и сердечно-сосудистой функций и, как следствие, кислотно-щелочного состояния (PaO_2 , SaO_2 , PaCO_2 , pH, Lac, BD/BE).

Инструментальное исследование выполнялось на аппаратах КТ «Электрон» (сбор сырых данных $64 \times 0,625$ шаг (питч) 0,8) и Philips Ingenuity CT 64 (минимальная толщина среза 0,625 мм). Исследования фиксированы в DICOM-формате и оценивались в программных пакетах Horos 3.3.6 2020 и IDV 2.6.2 2025.

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 «Правилам клинической практики в Российской Федерации», утвержденным приказом Минздрава РФ от

19.06.2003 № 266. На публикацию имеется разрешение комитета по этике и доказательности в медицине.

Для ввода, хранения и обработки информации была создана база данных в программе Microsoft Excel 2023. Статистический анализ полученных результатов основывался на интерпретации и сопоставлении дооперационных данных клинического, лабораторного и инструментального исследования. В исследовании использованы методы описательной статистики: объем выборки (n), средняя (M), ошибка среднего (m). Статистическая обработка проводилась с использованием пакетов прикладных программ SPSS Statistics V24.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Выявлено, что среди раненых 41 % имели изолированные повреждения головного мозга, 31 % — сочетанные травмы (осколочные ранения мягких тканей лица, туловища и конечностей без повреждений органов чувств и крупных сосудов, травматические ампутации пальцев, закрытые переломы конечностей и другие), а также комбинированные повреждения (поверхностные ожоги, отморожения, затрагивающие 1–2 % поверхности тела), которые не оказывали значительного влияния на динамику черепно-мозговых травм. У 26 % наблюдалась серьезная сочетанная патология, приводящая к системным осложнениям и ухудшающая течение и исход проникающего ранения черепа и головного мозга, в частности: огнестрельные ранения конечностей с переломами костей и повреждениями крупных сосудов (8 %), травматические ампутации конечностей (2 %), закрытые травмы грудной клетки, напряженный пневмоторакс, ателектаз и ушибы легких, а также переломы ребер и лопаток (4 %), проникающие ранения грудной полости с повреждениями легких и подключичной артерии (8 %), проникающее ранение брюшной полости с повреждением полых органов и печени (3 %), торакоабдоминальное ранение (1 %). У 2 % зафиксированы серьезные комбинированные механико-термические травмы, включая один

случай отморожения (рис. 1). В добавление к имеющимся боевым повреждениям у 1 % наблюдалась тяжелая алкогольная интоксикация, у 7 % выявлена пневмония: нижнедолевая — у 3 %, полисегментарная — у 4 %. Острая сердечная недостаточность развилась у 9 % во время транспортировки, что повлекло применение инотропной поддержки.

Структура повреждений головного мозга, наносимых инородными телами, представлена на рисунке 1. На рисунке 2 продемонстрировано распределение раненых в зависимости от степени тяжести состояния.

Поскольку время от момента ранения до прибытия пострадавших на этап клинической хирургической помощи с элементами специализированной варьировало (от 2 до 144 часов, в среднем — 20 часов), а команда скорой медицинской помощи могла лишь приблизительно оценить объем кровопотери на основании характера и локализации травм, используя методологию Damage Control (DC), данные в диагнозе изменялись на различных этапах. Часто в первичной медицинской карточке (форма 100) отсутствовала информация о кровопотере, которая также компенсировалась на различных этапах лечения. На этапе квалифицированной хирургической помощи наличие острой массивной кровопотери (ОМК) выявили у 9 % раненых, со-

гласно установленным стандартам Федерации анестезиологов и реаниматологов. Данные о гемотранфузионной терапии в соответствующей медицинской документации были зафиксированы у 2 % пациентов до их доставки на этап квалифицированной хирургической помощи, тогда как 7 % с ОМК была наложена только кровоостанавливающая повязка с современными гемостатическими средствами.

Для оценки перфузии головного мозга принимали во внимание среднее АД, которое среди пациентов исследуемой группы у 99 % не опускалось ниже нормы и составило в среднем 90,3 мм рт. ст. Данный факт объясняется тем, что за период нахождения на этапе квалифицированной медицинской помощи раненые в крайне тяжелом и в терминальном состоянии находились на вазопрессорной поддержке. Лишь у 1 % вазопрессорная поддержка была неэффективной: на момент поступления систолическое артериальное давление (САД) находилось на уровне 40 мм рт. ст. с тенденцией к снижению. Распределение пациентов по показателям АД на момент поступления представлено в таблице 1, по ЧСС — в таблице 2.

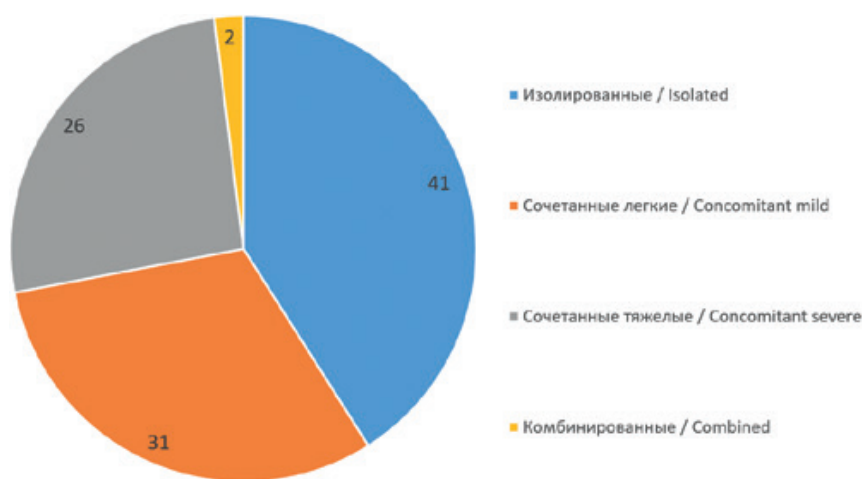
Практически все пострадавшие с момента получения ранения до поступления на этап квалифицированной хирургической помощи получали 1–2 дозы неопиоидных анальгетиков (нефопома) либо со-

Рисунок 1

Структура ранений черепа и головного мозга в исследуемой группе

Figure 1

Structure of skull and brain injuries in the study group



четание нефопама с нестероидными противовоспалительными средствами во время эвакуации. Применение нефопама может вызывать побочные эффекты, соответствующие легким проявлениям серотининового синдрома или привести к снижению ЧСС и дыхания [14]. Практически все раненые, с которыми удалось установить контакт, заявили о голодании, которое длилось от 2 дней до 2 недель (80 %), и 67 % из них были обезвожены. Таким образом, не все параметры были надежными для оценки степени кровопотери, поэтому основное внимание мы уделяли показателям красной крови.

В нашей практике мы применяли классификацию тяжести кровопотери, основываясь на оценке клинических критериев и фундаментальных показателей крови — уровнях гемоглобина и гематокрита, поскольку гемоглобин остается ключевым параметром для определения необходимости гемотрансфузии. Распределение раненых по степеням кровопотери представлено в таблице 3. Некоторые пострадавшие, которые находились в состоянии умеренного и глубокого оглушения с гемоглобином ниже 80 г/л (2 %), после восполнения

Рисунок 2

Распределение раненых с проникающими ранениями черепа и головного мозга по степеням тяжести состояния

Figure 2

Distribution of wounded with penetrating wounds of the skull and brain by severity of condition



кровопотери приходили в ясное сознание. Минимальные значения были следующие: гемоглобин — 66 г/л, гематокрит — 22,3 %, эритроциты — $2,02 \times 10^{12}/л$. В итоге кровопотеря 1 степени наблюдалась у 2 % пациентов, 2 степени — у 38 %, 3 степени — у 5 %. Кровопотеря 4 степени среди данной группы раненых не была зафиксирована, по крайней мере, она могла быть компенсирована на предыдущих этапах эвакуации

гемотрансфузионной терапией. У 11 % пострадавших в медицинской документации не было данных о лабораторных исследованиях (или они были утеряны); 55 % раненых с проникающими ранениями черепа и головного мозга не имели объективных и лабораторных признаков кровопотери (табл. 3, рис. 3).

Тромбоцитопения в нашей группе имела у 24 % с самым низким значением $29 \times 10^9/л$. Коагулограмма имела у 66 % пациентов.

Таблица 1
Распределение пациентов по показателям систолического артериального давления (САД), %
Table 1
Distribution of patients by systolic blood pressure (SBP), %

Травматический шок 3 САД = 50–70 мм рт. ст. Traumatic shock 3 SBP = 50–70 mm Hg	Травматический шок 2 САД = 71–90 мм рт. ст. Traumatic shock 2 SBP = 71–90 mm Hg	Травматический шок 1 САД = 91–100 мм рт. ст. Traumatic shock 1 SBP = 91–100 mm Hg	Гипотензия САД = 101–119 мм рт. ст. Hypotension SBP = 101–119 mm Hg	Нормотензия САД = 120–139 мм рт. ст. Normotension SBP = 120–139 mm Hg	Гипертензия САД > 140 мм рт. ст. Hypertension SBP > 140 mm Hg
–	–	5	27	64	3

Таблица 2
Распределение пациентов по частоте сердечных сокращений (ЧСС), %
Table 2
Distribution of patients by heart rate (HR), %

Травматический шок 3 ЧСС 121–140 уд. в мин. Traumatic shock 3 HR 121–140 b. p. m.	Травматический шок 2 ЧСС 101–120 уд. в мин. Traumatic shock 2 HR 101–120 b. p. m.	Травматический шок 1 ЧСС 81–100 уд. в мин. Traumatic shock 1 HR 81–100 b. p. m.	Норма ЧСС 60–80 уд. в мин. Normal HR 60–80 b. p. m.	Брадикардия ЧСС до 59 уд. в мин. Bradycardia HR up to 59 b. p. m.
2	–	41	55	2

Фибриноген ниже 2 г/л был у 8 %, МНО выше 1,2 — у 3 %, АЧТВ более 37,5 сек — у 2 %. Лейкоцитоз наблюдался у 60 %. Самое большое значение лейкоцитов составило $48,3 \times 10^9/\text{л}$. Общий белок у 61 % был ниже 65 г/л, самое низкое значение составило 40 г/л, а среднее — 57,6 г/л. У 20 % раненых данный показатель отсутствовал в медицинской документации.

Травматический шок (ТШ) 2 степени верифицировали у 5 %, ТШ 3 степени — у 2 %. Благодаря своевременной медицинской помощи групп эвакуации пострадавших с поля боя многие показатели (АД, ЧСС, гемоглобин, гематокрит, эритроциты и пр.) до этапа квалифицированной хирургической помощи были компенсированы, в крайнем случае приведены к референсным значениям уже на данном этапе, поэтому данные АД и ЧСС, обозначенные в таблицах 1 и 2, не до

конца соответствуют окончательному диагнозу.

Травматическая кома была диагностирована у 14 %, что не может являться достоверным показателем ввиду гиперседации пациентов в процессе эвакуации. Сердечно-сосудистая недостаточность была верифицирована у 9 % пациентов. Раненые данной категории были доставлены на этап квалифицированной хирургической помощи на вазопрессорной поддержке. Дыхательная недостаточность верифицирована у 1 %.

Распределение пациентов по степени угнетения сознания на момент поступления на этап квалифицированной хирургической помощи представлено в таблице 4.

Общемозговая симптоматика наблюдалась у 33 % пациентов, находившихся в ясном сознании или умеренном оглушении. Наиболее часто встречались головная боль,

тошнота, рвота и головокружение. Ретроградная амнезия была зарегистрирована у 4 % пострадавших. Менингеальная симптоматика имела у 10 % раненых и проявлялась в виде светобоязни, ригидности затылочных мышц и симптома Кернига. Всем этим пациентам была проведена люмбальная пункция с общим анализом спинномозговой жидкости по срочной необходимости, а также профилактическое интратекальное введение антибиотика. В большинстве случаев менингеальную симптоматику вызывало наличие субарахноидального кровоизлияния.

При оценке функций черепных нервов основные сложности возникали у пациентов с тяжелыми краниофациальными ранениями. Среди пациентов с проникающими ранениями черепа и головного мозга в области передней черепной ямки (19 %) с 12 % удалось уста-

Таблица 3

Распределение раненых с проникающими ранениями черепа и головного мозга по степени острой кровопотери

Table 3

Distribution of wounded with penetrating wounds of the skull and brain by degree of acute blood loss

Степени кровопотери Degrees of blood loss	Гемоглобин, г/л Hemoglobin, g/l	Гематокрит, % Hematocrit, %	Дефицит объема циркулирующей крови, % Circulating blood volume deficit, %	Распределение раненых в нашей группе, % Distribution of the wounded in our group, %
1 степень / degree 1	> 100	≥ 40	до 15 / up to 15	2
2 степень / degree 2	80–100	30–40	15–20	38
3 степень / degree 3	60–80	20–30	25–35	5
4 степень / degree 4	< 60	≤ 20	< 35	–

Таблица 4

Распределение раненых с проникающими ранениями по степени угнетения сознания

Table 4

Distribution of wounded with penetrating wounds by the degree of depression of consciousness

Степень угнетения сознания Degree of depression of consciousness	Шкала Four, баллы Four scale, points	Количество пациентов, % Number of patients, %
Ясное / Clear	16	31
Умеренное оглушение / Moderate obtundation	15	10
Глубокое оглушение / Deep obtundation	14	5
	13	2
	12	1
	11	3
	10	3
Сопор / Sopor	9	8
	8	16
	7	8
Кома I / Coma I	1–6	9
Кома II / Coma II	0	4

новить контакт, 3 % имели жалобы на нарушение обоняния. У 14 % не удалось оценить функции зрительного и глазодвигательных нервов, в том числе состояние и положение зрачков, по причине ранений глаз. Среди остальных пациентов анизокория встретилась у 4 %. У 4 % ввиду терминального состояния имелся двусторонний фиксированный мидриаз. Среди других глазодвигательных расстройств, которые представилось возможным оценить, — дивергенция глазных яблок по вертикали (1 %) и амвроз (1 %). Гемипарез наблюдалась у 2 %. Прозопарез выявлен у 3 %, из них 1 % — в составе синдрома Мийяра — Гюблера. Снижение слуха отметили 35 % раненых с проникающими ранениями черепа и головного мозга, как правило, по причине акубаротравмы. У 4 % дифференцировать акубаротравму от повреждения VIII нерва на данном этапе не представилось возможным у пациентов с ранением в области средней черепной ямки и повреждением пирамиды. Нарушений функций других черепных нервов в этой группе нами не выявлено, однако в целом (у других раненых) мы наблюдали за период работы эпизодические нарушения глотания, функций каудальной группы черепных нервов.

Такой параметр, как чувствительность, не всегда представляется возможным оценить ввиду отсутствия контакта с пациентом с угнетенным сознанием или афазией. Кроме того, при сочетанных повреждениях и комбинированных термических поражениях чувствительность полноценно оценивать нецелесообразно и затратно во времени. В нашей группе у 47 %, со слов, чувствительных расстройств не было, у 1 % была гипестезия, у 52 % чувствительность не оценивалась ввиду тяжелого и крайне тяжелого состояния и отсутствия контакта с пострадавшим.

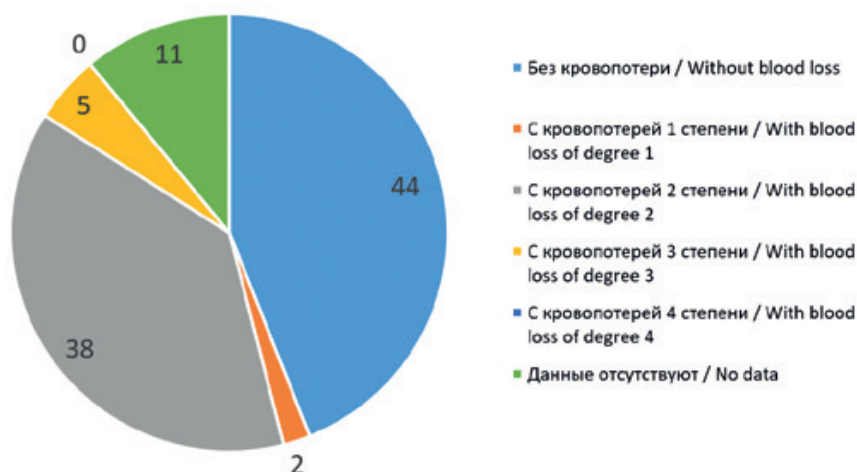
Мышечная сила 5 баллов отмечалась у 40 % раненых, 4 балла — у 10 %, 3 балла — у 1 %, 1 балл — у 1 %. У 48 % мышечную силу оценить не представлялось возможным. На данный показатель, как и на общее состояние раненых, влияло физическое истощение, обезво-

Рисунок 3

Распределение раненых по степеням кровопотери

Figure 3

Distribution of the wounded by degree of blood loss



живание, заболевания и сочетанные повреждения. Патологические стопные знаки (в основном рефлекс Бабинского) имелись у 9 % пациентов. Координаторные расстройства, характерные для относительно небольшой группы раненых (проникающие ранения в области задней черепной ямки), имелись у 3 %. Из них у 2 % была интенция при пальце-носовой пробе, у 1 % — мимопопадание. Походку и положение в позе Ромберга практически не оценивали ввиду сочетанных ранений и вынужденного положения пациентов. Среди симптомов выпадения у 47 % нарушения произвольных движений отсутствовали, монопарез (правой верхней конечности) был у 1 %,

правосторонний гемипарез — у 1 %, левосторонний гемипарез — у 4 % (в их числе 1 пациент с альтернирующим синдромом Мийяра — Гюблера). Тетрапарез наблюдали у 6 % (табл. 5). У 41 % двигательные расстройства достоверно оценить не удалось ввиду тяжести состояния и медикаментозной комы.

Речевые расстройства встречались в виде сенсорной афазии у 2 %, в виде моторной афазии — у 2 %, у остальных отсутствовали либо не оценивались ввиду нахождения пациентов на ИВЛ. У 1 раненого препятствовало оценке речевых расстройств наличие тяжелого проникающего ранения ротовой области (табл. 5).

Таблица 5
Неврологическая симптоматика у раненых с проникающими ранениями черепа и головного мозга

Table 5
Neurological symptoms in wounded with penetrating wounds of the skull and brain

Симптом, поддающийся оценке Symptom that can be assessed	Число наблюдений, % Number of cases, %
Гипестезия / Hypoesthesia	1
Монопарез / Monoparesis	1
Гемипарез / Hemiparesis	5
Тетрапарез / Tetraparesis	6
Патологические рефлекс Pathological reflexes	9
Расстройства координации Coordination disorders	3
Психические расстройства Mental disorders	2
Афазия / Aphasia	4

Среди симптомов раздражения джексоновские судороги отмечены у 1 % раненых при поступлении и у 2 % — после экстубации после оперативного вмешательства.

Психические расстройства отметились у 2 % в виде психомоторного возбуждения с несистематизированным бредом. В обоих случаях это были проникающие ранения черепа и головного мозга с повреждением лобных долей.

При оценке местного статуса у всех пострадавших были визуализированы рвано-ушибленные раны с разможенными краями от мелких (3×5 мм) до внушительных размеров, с дефектом мягких тканей. Характер ран мягких тканей не отражал тяжести повреждения головного мозга. Дефекты мягких тканей имелись у 13 %, самый большой составил 22×6 см. Помимо общего загрязнения в ране обнаруживались волосы, металлические осколки, части ткани, кевлара и костные отломки. Продолжающееся кровотечение из раны мягких тканей черепа выявлено у 4 %. Истечение мозгового детрита из раны отмечено у 4 % (рис. 4). Наружная ликворея отмечена у 3 % из входного отверстия, у 1 % — назогеморликворея. С развившимися местными инфекционными осложнениями в виде нагноения раны и формирующегося абсцесса головного мозга на момент поступления было 2 пациента из 100. Все они поступили на этап квалифицированной хирургической помощи спустя несколько суток после ранения.

ОБСУЖДЕНИЕ

Проблема диагностики и лечения сочетанных повреждений в мирное время наиболее актуальна для хирургов общего профиля, работающих в противошоковом отделении. В военное время работать с политравмой вынуждены все узкие специалисты, оказывающие врачебную помощь в зоне вооруженного конфликта. Без опыта работы в области общей хирургии узкий специалист рискует пропустить повреждения внутренних органов, имеющиеся у раненного в голову, из-за фокусирования на «своей» патологии.

При сочетании черепно-мозговой и абдоминальной травмы тяжесть

состояния может быть обусловлена повреждениями как головного мозга, так и органов брюшной полости. Диагностика в подобных состояниях, по мнению ряда авторов, в 39 % случаев приводит к тактическим ошибкам из-за своей сложности [15]. Сочетанные огнестрельные ранения ЦНС и органов грудной полости также отличаются «синдромом взаимного отягощения», развивающимся вследствие грубых патоморфологических и функциональных нарушений и геморрагического шока [16]. За рассмотренный период на этапе квалифицированной хирургической помощи (с элементами специализированной) из отобранных пациентов сочетанные проникающие ранения черепа и головного мозга имели 57 % раненых, у 2 % были тяжелые комбинированные поражения. В зависимости от степени тяжести и наличия сочетанной патологии менялась и степень влияния последней на клинику ранения черепа и головного мозга и общее состояние пациента. Среди нашей группы не предоставлялось возможным оценить изменения в клинической картине в течение продолжительного времени, поскольку раненные в тяжелом и крайне тяжелом состоянии в ближайшие сроки попадали на операционный стол и не выводились из состояния седации до момента транспортировки в Центральные военно-медицинские организации (ЦВМО). Что касается раненых в состоянии средней

степени тяжести, общемозговая и очаговая неврологическая симптоматика, представленная выше, была относительно стабильна при нахождении раненых на нашем этапе до операции и зачастую регрессировала после нейрохирургического оперативного вмешательства. Пациентам, которым по показаниям выполняли разгрузочную люмбальную пункцию без хирургического лечения на этапе, удавалось достигнуть регресса общемозговой симптоматики, тем самым создав благоприятные условия для транспортировки в ЦВМО.

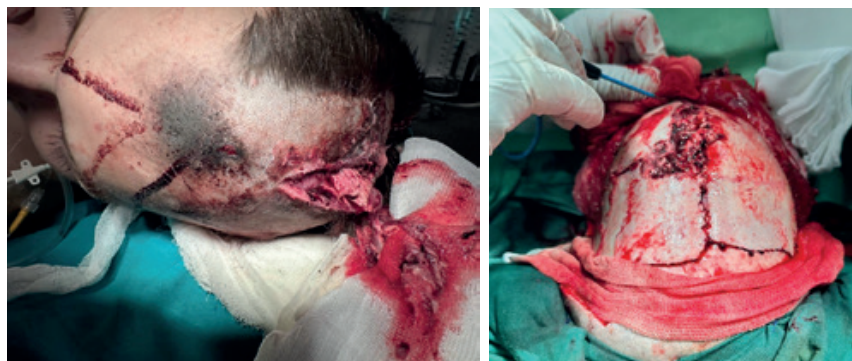
Многочисленные источники указывают разные параметры, на которые обращают внимание при верификации степени кровопотери. Все они сводятся к предполагаемому дефициту объема циркулирующей крови в %. Общероссийская общественная организация «Федерация анестезиологов и реаниматологов» в протоколе реанимации и интенсивной терапии при ОМК выделяет 4 степени, учитывая такие параметры, как ЧСС, АД, ЧДД, диурез, симптоматику ЦНС. Согласно практическому руководству по ДС И.М. Самохвалова, выделяют 4 степени острой кровопотери, полагаясь на 2 способа: предварительное ориентировочное определение величины кровопотери по характеру и локализации повреждений (где повреждение головы = потеря 0,5–1,5 л крови) путем суммирования приведенных показателей [17]. Вторым способом, позволяющим

Рисунок 4

Пулевое проникающее ранение черепа и головного мозга, полученное в результате попытки суицида. Продолжающееся истечение мозгового детрита

Figure 4

Penetrating bullet wound to the skull and brain resulting from a suicide attempt. Continued leakage of brain debris



оценить величину кровопотери у раненых, традиционно считалось определение концентрационных показателей крови (уровня гематокрита, удельной плотности крови, эритроцитов и гемоглобина). В нашей группе при оценке величины кровопотери мы полагались на имеющиеся в наличии лабораторные показатели, данные сопроводительной медицинской документации и объективную клиническую картину.

По данным ряда исследований и клинических рекомендаций, объективизация тяжести шока возможна только при имеющихся данных лабораторного исследования [18]. При ретроспективном исследовании клинических и лабораторных показателей, характеризующих ТШ у пациентов с боевой хирургической травмой на этапе квалифицированной хирургической помощи, Р.Е. Лахиным и соавт. были представлены различия ЧСС, САД, показателей общего анализа крови, кислотно-основного состояния, уровня лактата в зависимости от степени шока. Выраженность ацидоза, уровень лактата оказались выше традиционно принятых для степени шока значений. Это было обусловлено характером и тяжестью полученных сочетанных повреждений. Независимыми предикторами летального исхода являлись повышение МНО, низкий уровень гемоглобина, низкое количество тромбоцитов [19, 20].

В немногочисленных источниках о повреждении черепных нервов при черепно-мозговых травмах чаще встречается описание повреждений тройничного и лицевого нервов. По данным U. Fisch, травма лицевого нерва отмечается у 20 % пострадавших при переломах основания черепа и практически всегда сопровождается челюстно-лицевыми травмами, что клинически проявляется преимущественно парезом мимических мышц и асимметрией лица [21]. Более популярны в литературе описания повреждения зрительного пути на различных уровнях. Нередко при сочетанных и множественных повреждениях не диагностируют или выявляют поздно травматическую нейрооптикопатию, что вызывает необратимые изменения

в зрительном нерве. Best во время первой мировой войны, работая в лазаретах, расположенных в непосредственной близости от фронта, наблюдал гемианопсию в 66,3 % всех случаев ранений затылочной области и задних отделов теменной области [4]. Современный вооруженный конфликт характеризуется увеличением краниофациальных ранений в структуре проникающих ранений черепа и головного мозга. В связи с расположением подавляющего большинства входных отверстий в орбите и параорбитально в структуре парабазальных ранений мы пренебрегали оценкой функций зрительных и глазодвигательных нервов из-за первичного повреждения органа зрения в целях экономии времени, предоставляя это офтальмохирургам. У раненых с проникающими ранениями черепа и головного мозга в затылочных, теменных и височных областях мы редко наблюдали нарушения зрительной функции по причине медикаментозной седации большинства из них. Достоверно в нашей группе невротии черепных нервов суммарно отмечены у 18 %.

С 1999 по 2009 г. при оценке степени угнетения сознания по шкале комы Глазго пациентов с черепно-мозговыми травмами в сочетании с ранениями шейного отдела позвоночника и спинного мозга, наблюдавшихся в нейрохирургических и травматологических стационарах Санкт-Петербурга, Чеченской Республики и Палестины (сектор Газа), М.Х. Елхаж и соавт. получили следующие данные: 4–7 баллов отметили у 15,6 % пострадавших, 8–10 баллов — у 25 %, 10–13 баллов — у 18,6 %, 13–15 баллов — у 6,2 %. Таким образом, большинство пациентов с сочетанными повреждениями поступили в сопоре и умеренной коме [23]. Следует отметить, что исследование проводилось на относительно небольшой группе — 32 пациентах. В нашей группе (100 пациентов) раненые распределились следующим образом (в порядке убывания): больше всего поступило в ясном сознании (31 %), в умеренной коме (от 24 до 31 %), в умеренном оглушении (от 10 до 15 %), в глубокой коме (от 9 до 11 %), в

сопоре (от 5 до 15 %), в глубоком оглушении (от 3 до 7 %), в запредельной коме (4 %) [22].

В отличие от представленных во введении данных А.Г. Сірко [10], в нашей группе распределение по степеням тяжести было следующим: в тяжелом состоянии на этап квалифицированной хирургической помощи (с элементами специализированной) поступило 53 %, в состоянии средней степени тяжести — 31 %, в удовлетворительном — 8 %, в крайне тяжелом — 6 %, в терминальном — 4 %. У части пострадавших ранение сопровождалось острой кровопотерей, после восполнения которой их состояние улучшалось.

Ввиду наличия регулярных массовых поступлений на этап и увеличенной нагрузки на нейрохирурга мы были вынуждены сократить диагностические мероприятия до необходимого минимума. Наличие современного диагностического оборудования на этапе позволяет верифицировать точную локализацию ранения, вид, размер и направление раневого канала, поврежденные структуры головного мозга, наличие и расположение интракраниальных инородных тел до неврологического обследования. В нашей группе в связи с тяжестью состояния раненых (в том числе нахождением в медикаментозной седации) возможно было провести полноценный неврологический осмотр только 41 %. Это были пострадавшие в ясном сознании и в умеренном оглушении. Наличие повреждений туловища и конечностей не всегда позволяет полноценно определить двигательную и чувствительную функцию ввиду мощнейшей ноцицептивной импульсации из мест ранений и, как следствие, применения в ходе транспортировки анальгезии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В специальной военной операции сохраняется преобладание тяжелых ранений (53 %). Из-за большой популярности кассетных боеприпасов, применяемых в ходе боевых действий, возросло количество огнестрельных ран с дефектами мягких тканей. Ранящий снаряд, летящий со скоростью более 250 м/с,

обладает разрывным или пробивным действием — разрывает кожу, выбивает участки кожи. ОМК может стать основной причиной летального исхода, происходящего в первые часы. На степень угнетения сознания существенное влияние оказывают острая кровопотеря, гиперсдакция при транспортировке и экстракраниальная патология (59 % сочетанных и комбинированных проникающих ранений черепа и головного мозга). Лабораторная диагностика имеет важное значение при комплексной оценке пациента с ранением черепа и головного мозга и позволяет своевременно скорректировать необходимые показатели. Особое внимание приходится уделять показателям красной крови, трансфузиологическому анамнезу ввиду наличия у раненых с ОМК скрытых источников кровотечения. Критические показатели в общем анализе крови и коагулограмме, как правило, препятствуют выполнению нейрохирургического вмешательства до стабилизации состояния раненого.

Согласно концепции ДС, после определения ведущего повреждения необходимо организовать очередность хирургического лечения, привлечь нужных специалистов. Ранение черепа и головного мозга при этом может отойти на второй план, до стабилизации общего состояния и/или устранения критической ситуации сочетанного ранения.

На течение проникающего ранения черепа и головного мозга существенное влияние оказывают экстракраниальные факторы: сочетанные и комбинированные повреждения, сезонные заболевания, обезвоживание и голод. Последними факторами также искажается картина острой кровопотери, к степени которой при сложности интерпретации стоит относиться как к более тяжелой. Приведенные в статье данные позволят рассчитать потребность в силах и средствах, трансфузиологическом обеспечении этапа квалифицированной хирургической помощи для оказания помощи раненым с проникающими

ранениями черепа и головного мозга.

БЛАГОДАРНОСТЬ

Авторы выражают благодарность заместителю начальника ВПСГ Балобанову Дмитрию Николаевичу за предоставление научного материала и организацию сбора информации, Барашкову Евгению Михайловичу (ФГКУ «1409 Военно-морской клинический госпиталь» МО РФ, г. Калининград) за участие в проведении диагностики и лечения раненых, поступающих на этап квалифицированной хирургической помощи (с элементами специализированной), и Васильевой Наталье Алексеевне (сотрудник ВПСГ) за помощь в сборе информации.

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. Krykov EV, Golovko KP, Badalov VI, Zagorodnikov GG, Denisov AV, Khugaev LA, et al. Features of providing qualified surgical care in a modern armed conflict. *Military Medical Journal*. 2024; 345(11):4-14. Russian (Крюков Е. В., Головкин К. П., Бадалов В. И., Загородников Г. Г., Денисов А. В., Хугаев Л. А. и др. Особенности оказания квалифицированной хирургической помощи в современном вооруженном конфликте // Военно-медицинский журнал. 2024. Т. 345, №11. С. 4-14. DOI: 10.52424/00269050_2024_345_11_4.)
2. Kasimov RR. Causes of death of military personnel in modern warfare. *Military Medical Journal*. 2024; 345(8):11-16. Russian (Касимов Р. Р. Причины гибели военнослужащих в современной войне // Военно-медицинский журнал. 2024. Т. 345, №8. С. 11-16. DOI: 10.52424/00269050_2024_345_8_11.)
3. Bozhchenko AP, Boldaryan AA, Kapustin EV, Pinchuk PV, Tolmachev IA, Chudakov AYU. The structure of fatal injuries in a modern armed conflict. *Military Medical Journal*. 2024; 345(10): 21-28. Russian (Божченко А. П., Болдарян А. А., Капустин Е. В., Пинчук П. В., Толмачев И. А., Чудаков А. Ю. Структура смертельного травматизма в современном вооруженном конфликте // Военно-медицинский журнал. 2024. Т. 345, №10. С. 21-28. DOI: 10.52424/00269050_2024_345_10_21.)
4. Tron EZh. Diseases of the visual pathway. Leningrad: State Publishing House of Medical Literature, 1955. 393 p. Russian (Трон Е. Ж. Заболевания зрительного пути. Ленинград: Государственное издательство медицинской литературы, 1955. 393 с.)
5. Orlov VP. Morphological changes in the brain in penetrating skull wounds. *Military Medical Journal*. 2017; 338(5):29-33. Russian (Орлов В. П. Морфологические изменения головного мозга при
6. Popov VS. Consequences of gunshot wounds to the skull in the late period, received during military operations in Afghanistan. *Bulletin of the Medical Institute "Reaviz": Rehabilitation, Doctor and Health*. 2015; 1(17):52-55. Russian (Попов В. С. Последствия огнестрельных ранений черепа в отдаленном периоде, полученных при ведении боевых действий в Афганистане // Вестник медицинского института «Реавиз»: реабилитация, врач и здоровье. 2015. № 1 (17). С. 52-55.)
7. Semeenov AV. Diagnostics and treatment of open penetrating craniocerebral trauma in peacetime. *Baikal Medical Journal*. 2003; 36(1):102. Russian (Семёнов А. В. Диагностика и лечение открытой проникающей черепно-мозговой травмы мирного времени // Байкальский медицинский журнал. 2003. Т. 36, № 1. С. 102.)
8. Chabulov A. Features of the structure, clinical picture, diagnostics and treatment of gunshot wounds to the skull and brain based on materials from local armed conflicts in Tajikistan: abstracts of PhD in medicine. 14.0027. Tajik State Medical University. Dushanbe, 2004. 204 p. Russian (Чабулов А. Особенности структуры, клиники, диагностики и лечения огнестрельных ранений черепа и головного мозга по материалам локальных вооруженных конфликтов в Таджикистане: дисс. ... д-ра мед. наук: 14.0027 / Таджикский государственный медицинский университет. Душанбе, 2004. 204 с.)
9. Tyun VK. Gunshot wounds of the brain and their radiation diagnostics. *Bulletin of surgery of Kazakhstan*. 2011; 4(28):69-70. Russian (Тян В. К. Огнестрельные ранения головного мозга и их лучевая диагностика // Вестник хирургии Казахстана. 2011. № 4 (28). С. 69-70.)

10. Sirko AG. Gunshot wounds of the skull and brain during the armed conflict in eastern Ukraine. Report 2. Surgical treatment. *Ukrainian Neurosurgical Journal*. 2025; 2:46-53. Ukrainian (Сірко А. Г. Вогнепальні поранення черепа та головного мозку під час збройного конфлікту на сході України. Повідомлення 2. Хірургічне лікування // Український нейрохірургічний журнал. 2015. Т. 2. С. 46-53.)
11. Kardash AM, Listratenko AI, Kardash KA. Combat trauma of the skull and brain during military operations in a metropolis. *International Research Journal*. 2015; 10-4(41):58-60. Russian (Кардаш А. М., Листратенко А. И., Кардаш К. А. Боевая травма черепа и головного мозга при военных действиях в мегаполисе // Международный научно-исследовательский журнал. 2015. №. 10-4 (41). С. 58-60.)
12. Potapov AA, Okhlopov VA, Latyshev YaA, Serova NK, Eolchiyan SA. Penetrating wounds of the skull and brain with non-metallic foreign bodies (review of the literature over the past 50 years. *Issues of Neurosurgery*. 2014; 6:104. Russian (Потапов А. А., Охлопков В. А., Латышев Я. А., Серова Н. К., Еолчийан С. А. Проникающие ранения черепа и головного мозга неметаллическими инородными телами (обзор литературы за последние 50 лет// Вопросы нейрохирургии. 2014. №6. С. 104.)
13. Marhold F, Scheichel F, Ladisch B, Pruckner P, Strasser E, Themesl M, et al. Surviving the scene in civilian penetrating brain injury: injury type, cause and outcome in a consecutive patient series in Austria. *Front Surg*. 2022;9:923949. DOI: 10.3389/fsurg.2022.923949.
14. Sergoventsev AA, Shchegolev AV, Chuprina AP, Gritsai AN, Arsenyev LV, Aksenfeld DI, et al. Efficiency of the central non-opioid analgesic nefopam in the treatment of pain syndrome in participants in a special military operation. *Military Medical Journal*. 2024; 345(5):31-39. Russian (Серговецев А. А., Щеголев А. В., Чуприна А. П., Грицай А. Н., Арсентьев Л. В., Аксенов Д. И. и др. Эффективность центрального неопиоидного анальгетика нефопама в лечении болевого синдрома у участников специальной военной операции // Военно-медицинский журнал май. 2024 Т. 345, № 5. С. 31-39. DOI:10.52424/00269050_2024_345_5_31.)
15. Rotkin EA, Agalaryan AKh, Agadzhanian V.V. Features of diagnostics and treatment of damage to parenchymal abdominal organs in polytrauma. *Polytrauma*. 2023; (1):29-33. Russian (Роткин Е. А., Агаларян А. Х., Агаджанян В. В. Особенности диагностики и лечения повреждений паренхиматозных органов живота при политравме // Политравма. 2023. №. 1. С. 29-33.)
16. Levchuk AL, Umerov EK. Diagnostic problems and surgical tactics in combined gunshot wounds of the chest cavity organs and central nervous system. *Neurosurgery*. 1999; (1):33-35. Russian (Левчук А. Л., Умеров Е. Х. Диагностические проблемы и хирургическая тактика при сочетанных огнестрельных ранениях органов грудной полости и центральной нервной системы //Нейрохирургия. 1999. №. 1. С. 33-35.)
17. Practical manual for Damage control. Edited by Samokhvalov IM, Goncharov AV, Reva VA. 2nd edition. Saint Petersburg, 2020; 420 p. Russian (Практическое руководство по Damage control / под ред. И. М. Самохвалова, А. В. Гончарова, В. А. Ревы. 2-е изд. Санкт-Петербург, 2020. 420 с.)
18. 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. *Crit Care*. 2023;27(1):80. DOI: 10.1186/s13054-023-04327-7.
19. Lachin RE, Kusay AS, Usoltsev EA, Kasimov RR, Tsygankov KA, Starostin DO, et al. Changes in clinical and laboratory parameters depending on the severity of traumatic shock: a retrospective cohort study. *Bulletin of Intensive Therapy named after A. I. Saltanov*. 2024; (3):142-151. Russian (Ляхин Р. Е., Кусай А. С., Усольцев Е. А., Касимов Р. Р., Цыганков К. А., Старостин Д. О. и др. Изменение клинических и лабораторных показателей в зависимости от тяжести травматического шока: ретроспективное когортное исследование //Вестник интенсивной терапии имени А. И. Салтанова. 2024. №. 3. С. 142-151.)
20. Lalwani S, Gera S, Sawhney C, Mathur P, Lalwani P, Misra MC. Mortality profile of geriatric trauma at a level 1 trauma center. *J Emerg Trauma Shock*. 2020;13(4):269-273. DOI: 10.4103/JETS.JETS_102_18.
21. Zavaliy LB, Ramazanov GR, Petrikov SS, Dzhagraev KR, Chekhonatskaya KI, Gadzhieva ZhKh. Clinical case of treatment of damage to the facial and trigeminal nerves in a patient with a stab wound to the neck. *Consilium Medicum*. 2019;21(9):54-57. Russian (Завалий Л. Б., Рамазанов Г. Р., Петриков С. С., Джаграев К. Р., Чехонацкая К. И., Гаджиева Ж. Х. Клинический случай лечения повреждения лицевого и тройничного нервов у пациентки с колото-резаным ранением шеи //Consilium Medicum. 2019. Т. 21, №. 9. С. 54-57.)
22. Elkhazh MKh, Umarov RM, Bersnev VP, Ryabukha NP, Toporyuk TG. Combined gunshot spinal and craniocerebral wounds. *Bulletin of Surgery named after I. I. Grekov*. 2009; 168(6):56-58. Russian (Елхаж М. Х., Умаров Р. М., Берснев В. П., Рябуха Н. П., Топорук Т. Г. Огнестрельные сочетанные спинномозговые и черепно-мозговые ранения //Вестник хирургии имени ИИ Грекова. 2009. Т. 168, № 6. С. 56-58.)

Сведения об авторах:

Кистень В.К., слушатель ординатуры клиники нейрохирургии Военно-медицинской академии имени С.М. Кирова, г. Санкт-Петербург, Россия. <https://orcid.org/0009-0001-8334-3177>

Гайворонский А.И., д.м.н., профессор, профессор кафедры нейрохирургии Военно-медицинской академии имени С. М. Кирова, г. Санкт-Петербург, Россия. <https://orcid.org/0000-0003-1886-5486>.

Свистов Д.В., к.м.н., доцент, начальник кафедры нейрохирургии Военно-медицинской академии имени С.М. Кирова, г. Санкт-Петербург, Россия. <https://orcid.org/0000-0002-3922-9887>

Касимов Р.Р., к.м.н., главный хирург ФГКУ «442 ВКГ» Минобороны России, г. Санкт-Петербург, Россия. <https://orcid.org/0000-0002-5853-3104>

Information about authors:

Kisten V.K., residency student of neurosurgery clinic, S.M. Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russia. <https://orcid.org/0009-0001-8334-3177>

Gaivoronsky A.I., MD, PhD, professor, professor of neurosurgery department, S.M. Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russia. <https://orcid.org/0000-0003-1886-5486>

Svistov D.V., candidate of medical sciences, associate professor, chief of neurosurgery department, S.M. Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russia. <https://orcid.org/0000-0002-3922-9887>

Kasimov R.R., candidate of medical sciences, chief surgeon, 442nd District Military Clinical Hospital of the Ministry of Defense of the Russian Federation, Saint Petersburg, Russia. <https://orcid.org/0000-0002-5853-3104>

Исаев Д.М., к.м.н., врач-нейрохирург кафедры нейрохирургии Военно-медицинской академии имени С.М. Кирова, г. Санкт-Петербург, Россия. <https://orcid.org/0000-0003-3336-3230>

Можейко Р.А., к.м.н., врач-нейрохирург ФГКУ «39 отдельный медицинский отряд (аэромобильный) воздушно-десантных войск» МО РФ, г. Тула, Россия. <https://orcid.org/0000-0001-6324-1862>

Адрес для переписки:

Кистень Виолетта Константиновна, ул. Академика Лебедева, д. 6, г. Санкт-Петербург, Россия, 194044
Тел: +7 (911) 177-77-99
E-mail: kisten_v@list.ru

Статья поступила в редакцию 19.07.2025

Рецензирование пройдено 25.07.2025

Подписано в печать 05.08.2025

Isaev D.M., candidate of medical sciences, neurosurgeon of neurosurgery department, S.M. Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russia. <https://orcid.org/0000-0003-3336-3230>

Mozheyko R.A., candidate of medical sciences, neurosurgeon, 39th separate medical detachment (airmobile) of the Airborne Forces of the Ministry of Defense of the Russian Federation, Tula, Russia. <https://orcid.org/0000-0001-6324-1862>

Address for correspondence:

Kisten Violetta Konstantinovna, Academica Lebedeva St., 6, St. Petersburg, Russia, 194044
Tel: +7 (911) 177-77-99
E-mail: kisten_v@list.ru

Received 19.07.2025

Review completed 25.07.2025

Passed for printing 05.08.2025



ВИРТУАЛЬНАЯ РЕАЛЬНОСТЬ В РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОВ С ПОВРЕЖДЕНИЕМ СПИННОГО МОЗГА. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

VIRTUAL REALITY IN THE REHABILITATION OF PATIENTS WITH SPINAL CORD INJURY: A LITERATURE REVIEW

Коновалова Н.Г. Konovalova N.G.
Васильченко Е.М. Vasilchenko E.M.
Хохлова О.И. Khokhlova O.I.

ФГБУ «Новокузнецкий научно-практический
центр медико-социальной экспертизы и реабилитации
инвалидов» Минтруда России,

Novokuznetsk Scientific and Practical Centre
for Medical and Social Evaluation and Rehabilitation
of Disabled Persons, Ministry of Labour
and Social Protection of the Russian Federation,

г. Новокузнецк, Россия Novokuznetsk, Russia

Виртуальная реальность (Virtual Reality, VR) — быстро развивающаяся область медицины. Ее преимущества — гибкая интеграция с другими технологиями, игровая форма занятий. VR-технологии широко используются в лечении и реабилитации пациентов с патологией головного мозга. Научных публикаций, посвященных применению VR у пациентов с патологией спинного мозга, крайне мало.

Цель — анализ применения VR-технологий в реабилитации пациентов с травматической болезнью спинного мозга.

Материалы и методы. Поиск публикаций проводился в базе данных PubMed/Medline в период 2020–2025 гг. с использованием ключевых слов: травматическая болезнь спинного мозга (ТБСМ), позвоночно-спинномозговая травма, повреждение спинного мозга, тетраплегия, параплегия, виртуальная реальность, дополненная реальность, иммерсивные системы, реабилитация.

Результаты. Анализ публикаций проводили по пяти подгруппам в соответствии с задачами VR-терапии: баланс, ходьба, мануальные функции, боль, приверженность к лечению. Используя различные типы VR-устройств, в соответствии с протоколами, применяли игры, которые побуждали инвалидов двигаться, формируя произвольные движения, равновесие, повышали приверженность к лечению, способствовали уменьшению боли.

Заключение. VR — новая технология, способная дополнить комплекс мероприятий медицинской реабилитации пациентов с ТБСМ. Создавая интерактивную среду, VR-терапия повышает эмоциональную вовлеченность пациента в работу, приверженность к лечению, побуждает генерировать повторяющиеся движения, находить правильный паттерн, обеспечивает обратную связь.

Ключевые слова: травматическая болезнь спинного мозга; тетраплегия; параплегия; виртуальная реальность; реабилитация

Virtual reality (VR) is a rapidly developing field of medicine. Its advantages include game-based learning and a flexible integration with other technologies. VR technologies are widely used in the treatment and rehabilitation of patients with brain pathology. Scientific publications on the use of VR in patients with spinal cord pathology are extremely scarce.

Objective — to analyze the use of VR technologies in the rehabilitation of patients with traumatic spinal cord injury.

Materials and methods. We performed a search in PubMed/Medline database for 2020–2025 using the following keywords: traumatic spinal cord injury (TSCI), spinal trauma, tetraplegia, paraplegia, virtual reality, augmented reality, immersive systems, rehabilitation.

Results. Analysis was performed in five subgroups according to the objectives of VR therapy: balance, walking, manual functions, pain and treatment adherence. We employed different VR devices in accordance with the protocols using games which encouraged the disabled persons to move thus forming voluntary movements and balance, increased treatment adherence and helped to reduce pain.

Conclusion. VR is a new technology which can complement the medical rehabilitation of patients with TSCI. VR therapy creates an interactive environment increasing the emotional involvement of patients in work and their treatment adherence, encouraging them to generate iterative movements and to find the correct pattern and providing feedback.

Keywords: traumatic spinal cord injury; tetraplegia; paraplegia; virtual reality; rehabilitation

По данным последнего исследования Глобального бремени болезней (Global Burden of Disease — GBD), за 2021 г. во всем мире было зарегистрировано 574 502 новых

случаев повреждения спинного мозга; общее число людей с повреждением спинного мозга во всем мире достигло 15 400 682, приводя к потере 4,6 млн лет жизни [1]. Более

50,0 % составляют повреждения на уровне шейного отдела, осложняющиеся тетрапарезом, ограничивающие либо исключают независимость и социальную активность.



Для цитирования: Коновалова Н.Г., Васильченко Е.М., Хохлова О.И. ВИРТУАЛЬНАЯ РЕАЛЬНОСТЬ В РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОВ С ПОВРЕЖДЕНИЕМ СПИННОГО МОЗГА. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ //ПОЛИТРАВМА / POLYTRAUMA. 2025. № 3. С. 75-82.

Режим доступа: <http://poly-trauma.ru/index.php/pt/article/view/605>

DOI: 10.24412/1819-1495-2025-3-75-82

Чаще страдают мужчины (68,3 %) трудоспособного возраста [2]. Современные методы лечения увеличили продолжительность жизни пациентов с травматической болезнью спинного мозга (ТБСМ), поставив на первый план вопрос о ее качестве и повышении эффективности реабилитации [3].

Позвоночно-спинномозговая травма сопровождается полным или частичным нарушением проводимости по спинному мозгу. Пациенты теряют произвольное управление движениями, чувствительность в конечностях и туловище ниже уровня повреждения; нарушается регуляция работы внутренних органов. Дисфункция сенсорной и моторной систем часто сопровождается нарушением социально-бытовой адаптации, приводит к утрате психологического благополучия [4]. Основным методом восстановительного лечения служат занятия лечебной физкультурой (ЛФК), направленные на формирование и улучшение движений пациента, умение применять имеющиеся и вновь сформированные движения для самообслуживания, других видов активности [5].

На функциональные результаты реабилитации, включая восстановление движений и социально-бытовую адаптацию лиц с ТБСМ, влияет объем терапии, измеряемый общим количеством часов и интенсивностью вмешательств. Факторами, ограничивающими успех реабилитации, служат длительность и ресурсоемкость данного процесса [6].

В последнее время в реабилитации пациентов с патологией центральной нервной системы (ЦНС) все чаще используются технологические достижения, в том числе, виртуальная реальность (VR) — компьютерная технология, позволяющая пользователю действовать в виртуальной среде [4]. Эта быстро развивающаяся область медицины применяется для лечения физических и когнитивных нарушений, а также для снятия боли [7]. Преимущества VR-систем в реабилитации включают возможность гибкой интеграции с другими технологиями, игровую форму проведения занятий, что делает их менее

однообразными, утомительными и более увлекательными [8–12]. VR позволяет создать безопасные и разнообразные среды в игровом формате для каждого конкретного пациента. В некоторых работах показано стимулирующее воздействие VR-технологий на функциональную пластичность ЦНС, что делает метод особенно перспективным при неврологических расстройствах [5].

По уровню погружения VR-системы делят на иммерсивные, полуиммерсивные и неиммерсивные. Иммерсивные системы обеспечивают полную интеграцию в виртуальную среду с помощью головных дисплеев и VR-пещер, изолируя пациента от большинства слуховых и зрительных стимулов реального мира. Полуиммерсивные системы используют большие экраны в сочетании с высокопроизводительной графикой, что вызывает менее глубокое ощущение погружения в виртуальную среду. Неиммерсивные системы, представленные персональными компьютерами, планшетами, смартфонами, оставляют пациенту максимальную степень контакта с реальностью. VR-системы применяют как монотерапию, так и сочетая с другими методами лечения. При работе с верхними конечностями их часто комбинируют с реабилитационной перчаткой, а при тренировке баланса — с приборами для функциональной электростимуляции и экзоскелетами [13–17].

В литературе широко представлены различные аспекты использования VR-технологий у пациентов с патологией головного мозга, гораздо меньше работ, посвященных применению данных методов у пациентов с патологией спинного мозга.

Цель работы — анализ применения VR-технологий в реабилитации пациентов с травматической болезнью спинного мозга.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для определения критериев включения была использована модель дизайна «Популяция, вмешательство, сравнение, исходы и дизайн исследования» (PICOS): (1) популяция: взрослые пациенты с

ТБСМ; (2) вмешательство: VR-интервенции; (3) сравнение: взрослые пациенты с ТБСМ, получающие традиционное восстановительное лечение; (4) исход: результат реабилитации — баланс, ходьба, мануальные функции, боль, приверженность к реабилитации; (5) дизайн исследования: контролируемые клинические испытания и систематические обзоры [18].

Поиск публикаций проводился в базе данных PubMed/Medline в период 2020–2025 гг. Термины и ключевые слова, использованные для отбора статей: травматическая болезнь спинного мозга, позвоночно-спинномозговая травма, повреждение спинного мозга, тетраплегия, параплегия, виртуальная реальность, дополненная реальность, иммерсивные системы, реабилитация. Полученная выборка прошла двухэтапную обработку: первым этапом исключили статьи, опубликованные ранее 2020 г. и публикации, полнотекстовые версии которых были недоступны, вторым — проанализировали оставшиеся публикации по резюме и результатам, руководствуясь критериями включения: цель — оценка эффективности применения VR-технологий в реабилитации лиц с ТБСМ; VR-технологии служат основным методом клинического исследования либо основным объектом литературного обзора.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В результате поиска по ключевым словам было найдено 150 публикаций, из которых по результатам первого этапа исключена 61 статья, опубликованная ранее 2020 г. и 39 работ, полнотекстовые версии которых были недоступны. Из оставшихся 50 работ критериям включения соответствовало 17 (второй этап), которые и были отобраны для аналитического обзора: 10 систематических обзоров с метаанализом, две статьи — описания клинических испытаний, одна — описание клинического случая, три — случай — контроль, одно предварительное исследование.

Размер выборки в публикациях, основанных на клинических данных, варьировал от 1 участника в описании клинического случая

до 24 в исследовании случай — контроль. Аналитические обзоры включали данные о количестве участников от 18 до 967. VR-терапия применялась в группах вмешательства с помощью различных технических устройств в качестве монометода либо в сочетании с традиционными методами восстановительного лечения; в группах сравнения проводилась традиционная терапия. В одном исследовании сравнивали эффективность VR-терапии и функциональной электростимуляции мышц.

Максимальная продолжительность сеанса VR-терапии составляла 60 минут, наибольшая продолжительность курса лечения — 30 сеансов: 5 раз в неделю в течение 6 недель. Наименьшая продолжительность курса — 4 сеанса: 2 раза в неделю в течение 2 недель.

Использование VR-терапии в медицинской реабилитации после травмы спинного мозга варьировало от обучения движениям, восстановления баланса и походки до управления болью и приверженности к лечению. Для анализа публикации были разделены на пять подгрупп в зависимости от задач VR-терапии: баланс, ходьба, мануальные функции, боль и приверженность к лечению.

Баланс

Изучению баланса были посвящены четыре клинических исследования [19–22] и четыре систематических обзора [5, 6, 23, 24]. Постуральная стабильность — ключевой момент восстановления локомоторных и мануальных функций пациентов с ТБСМ, она определяется способностью сохранять проекцию центра масс в пределах опорного контура в покое и при движениях. Функция сохранения баланса актуализируется при каждом произвольном и непроизвольном движении, изменениях в окружающем пространстве. ЦНС обладает способностью контролировать равновесие, быстро задействовать корректирующие постуральные реакции на основе полимодального афферентного притока и прошлого опыта [25]. Сенсорные и двигательные нарушения приводят к изменению объема и структуры афферен-

тации у инвалидов с ТБСМ, что нарушает возможность управления движениями ниже уровня повреждения и поддержания баланса. Независимо от того, удалось ли восстановить вертикальную позу и ходьбу, большую часть активного времени инвалиды проводят сидя, поэтому улучшение функциональной независимости, способность использовать верхние конечности для повседневной деятельности у них тесно связаны с восстановлением баланса в положении сидя [21, 22].

VR-технологии применяют у пациентов с ТБСМ для восстановления баланса в положении сидя как дополнение к традиционным методам лечения. Слепое рандомизированное контролируемое исследование M.S. Naig и соавт. показало положительное влияние VR-технологии на поддержание баланса у пациентов с неврологическим уровнем травмы D10 и ниже, полным нарушением проводимости по спинному мозгу (тип А, В по шкале AIS) [21]. Сравнивались две группы: представители одной группы в течение 6 дней получали ЛФК, направленную на тренировку равновесия (группа А), пациенты другой группы дополнительно тренировались с использованием полуиммерсивных систем (теннис, дартс, лыжи) (группа В). Использовали следующие критерии поддержания баланса: возможность удерживать позу сидя без опоры в течение 30 секунд, поднимать руки к голове без потери равновесия; расстояние, на которое участники могли дотянуться; скорость надевания футболки из положения сидя на стуле без подлокотников. В начале исследования группы не различались между собой по перечисленным критериям; через неделю занятий группа В, участники которой в дополнение к занятиям ЛФК использовали VR-технологии, демонстрировала лучшие показатели баланса в положении сидя, чем группа А, получавшая только занятия ЛФК [21].

В работе T. Goel и соавт. проведено сравнение эффективности применения VR-технологий и функциональной электростимуляции аксиальных мышц в сочетании с традиционной физиотерапией для

восстановления баланса в положении сидя у пациентов с неполным повреждением спинного мозга. Исследование показало положительное воздействие обеих методик на показатели баланса, но более значимые результаты были получены в группе с использованием VR-технологии [22].

В результате систематического обзора A.R. Alashram и соавт. пришли к заключению о положительном влиянии VR-технологий на способность сохранять равновесие у пациентов с неполным повреждением спинного мозга. В частности, занятия в течение 30–60 минут (12–20 сеансов) показали значимые улучшения баланса у данного контингента. В то же время авторы отметили недостаточное количество рандомизированных контролируемых испытаний и необходимость продолжения исследований в этом направлении [23].

Метаанализ, посвященный влиянию VR-терапии на баланс сидя, проведенный L. Abou и соавт., выявил более высокую эффективность сочетания данного метода с традиционными технологиями восстановления равновесия в положении сидя, чем применение только традиционных технологий. Авторы предположили, что успешность VR-терапии связана с необходимостью решения более интенсивных и сложных задач, чем традиционная реабилитация, таких как: обход препятствий, дотягивание до объектов, расположенных на разной высоте, по разные стороны от инвалида. По мере освоения игры система повышает уровень сложности, что приводит к совершенствованию механизмов постуральной стабильности [6].

Часть пациентов с ТБСМ имеют потенциал для восстановления ходьбы. Этому всегда предшествует формирование навыка поддерживать вертикальную позу, перемещать проекцию общего центра масс в пределах опорного контура в положении стоя. На основании систематического обзора и метаанализа работ, посвященных влиянию VR-технологий на баланс в положении стоя в условиях постоянно меняющегося центра тяжести, L.Wang и соавт. пришли к выводу

о значительном улучшении баланса в положении стоя у пациентов с ТБСМ в процессе VR-терапии [5]. Занимаясь в виртуальной среде, пациенты стоя выполняли различные задачи, двигая руками и туловищем, смещая парциальные центры масс относительно друг друга и общий центр давления по опорной плоскости, главным образом, справа налево и обратно. В результате наблюдалось улучшение равновесия во фронтальной плоскости, но не в сагиттальной, что авторы связывают с преимущественным направлением движений во время тренировок [5]. Другими авторами показано, что воздействие VR-терапии сопровождается увеличением баллов по шкале Берга (Berg Balance Scale, BBS) и шкале уверенности в равновесии (Activities-specific Balance Confidence scale, ABC), что указывает на улучшение устойчивости стоя и более уверенное поддержание позы [6].

Таким образом, включение VR-технологий в комплекс мер, направленных на формирование баланса у инвалидов с ТБСМ, повышает эффективность реабилитации. В то же время результаты могут быть оценены как предварительные, поскольку получены на малых, неоднородных группах, с использованием разных программ и режимов тренировок.

Ходьба

Подвижность нижних конечностей и ходьба рассматривались в четырех систематических обзорах [5, 6, 24, 25]. Применение VR-терапии способствовало увеличению подвижности нижних конечностей. В 80 % случаев использование VR-терапии привело к значительному улучшению ходьбы по сравнению с исходным уровнем. Результаты большинства тестов сравнительных исследований выявили преимущества VR-технологий перед традиционным обучением ходьбе [26].

На основании анализа десяти работ с общим числом участников 149 человек, L. Abou и соавт. пришли к заключению о наличии тенденции к улучшению походки у лиц с повреждением спинного мозга под влиянием VR-терапии [6]. Особо отметим, что ни одно ис-

следование не приводит в качестве результата ухудшение баланса или функции нижних конечностей.

Таким образом, имеются сведения, подтверждающие положительное влияние VR-терапии на восстановление/улучшение ходьбы пациентов с ТБСМ. Все авторы утверждают, что данное заключение основано на предварительных результатах, и для подтверждения влияния VR-терапии на ходьбу лиц с повреждением спинного мозга необходимы дополнительные рандомизированные, контролируемые исследования, учитывающие уровень и тяжесть повреждения спинного мозга, период заболевания.

Мануальные функции

В восстановлении функций верхних конечностей нуждаются только пациенты с повреждением позвоночника и спинного мозга на шейном уровне, что, безусловно, сужает выборку, оставляя наиболее сложный как в двигательном, так и в соматическом отношении контингент. VR-терапия используется для восстановления мануальных функций у пациентов с ТБСМ, но пока не дает отчетливых положительных результатов.

В аналитический обзор по оценке эффективности воздействия VR-терапии на функцию верхних конечностей у пациентов с ТБСМ включено шесть статей: четыре клинических исследования [24, 27–29] и два систематических обзора, содержащих анализ 77 работ, посвященных оценке влияния VR-терапии на мануальные функции у 1239 пациентов [7, 30]. В исследованиях применялись иммерсивные, полуиммерсивные или неиммерсивные системы VR. Разнообразие используемых систем в сочетании с различным содержанием занятий, разной продолжительностью сеансов, курсов, составу групп явилось причиной получения неоднородных результатов.

В частности, A. De Miguel-Rubio и соавт., проанализировав шесть статей с общим участием 105 пациентов, занимавшихся на полуиммерсивных и неиммерсивных системах, отметили отсутствие статистически значимых результатов

у инвалидов с повреждением спинного мозга на шейном уровне, с полным нарушением проводимости (тип А и тип В), при наличии положительных эффектов у нескольких человек. В то же время в одном исследовании были выявлены значительные улучшения функции верхних конечностей у данного контингента при увеличении продолжительности курса лечения (30 сеансов по 60 минут). На основании проведенного анализа авторы пришли к выводу, что нет достаточных доказательств того, что VR-вмешательства более эффективны, чем традиционные методы лечения в восстановлении функций верхних конечностей у пациентов с ТБСМ. Однако они не считают свое заключение окончательным в связи с малым количеством проанализированных работ, небольшими объемами выборок и неоднородностью контингента [7].

M. Scalise и соавт., проанализировав семь статей, в которых эффективность VR-технологий для восстановления функций верхних конечностей оценивалась в общей сложности по 12 шкалам, в большинстве случаев не обнаружили существенной разницы между результатами, полученными при использовании VR-технологий и традиционных методов реабилитации [24]. В то же время авторы отметили, что ни в одной работе не приводятся данные об отрицательных результатах VR-терапии по сравнению с традиционными методами, а в 27 % тестов отмечались лучшие результаты, особенно при тестировании «мышечной силы». В остальных случаях значимой разницы в восстановлении силы и объема активных движений в суставах верхних конечностей не получено. Однако пациенты с большим общим количеством часов тренировок неизменно показывали лучшие результаты, чем пациенты с более короткими курсами реабилитации [24]. T. Zhang и соавт. тоже не отметили существенного влияния VR-терапии на объем движений у пациентов с ТБСМ [30].

Различные режимы тренировок с разной степенью погружения в VR в небольших группах пациентов, неоднородных по уровню и тяже-

сти повреждения шейного отдела позвоночника и спинного мозга, не показали отчетливых преимуществ VR-технологий в сравнении с традиционными методами лечения, однако наличие отдельных положительных результатов и отсутствие информации о нежелательных явлениях позволяют говорить о применимости VR-технологий у данного контингента и необходимости дальнейших исследований в этом направлении.

Боль

Нейропатическая и скелетно-мышечная боль — наиболее распространенные формы хронической боли у пациентов с ТБСМ. Боль возникает выше, ниже или на уровне повреждения позвоночника и трудно поддается лечению [30]. В семи публикациях для оценки боли использовали специальные шкалы [4, 24, 30–34]. Чаще других применяли три инструмента измерения: Числовую шкалу оценки интенсивности нейропатической боли (Numeric rating Scale for pain, NRS), Шкалу нейропатической боли (Neuropathic Pain Scale, NPS) и Визуальную аналоговую шкалу (Visual Analog Scale, VAS). При использовании VR-технологий в реабилитации пациентов с ТБСМ по всем шкалам отмечено значительное уменьшение выраженности болевого синдрома по сравнению с исходным уровнем, показано преимущество перед традиционными методами, причем положительные результаты получены вне зависимости от продолжительности тренировок [24].

На основании анализа 16 работ с участием 800 пациентов T. Zhang и соавт. пришли к выводу, что VR-терапия может быть эффективным и безопасным вмешательством для уменьшения симптомов боли у пациентов с ТБСМ, поскольку она оказывает значительный анальгетический эффект, снижая уровень воспаления, не влияя при этом «на страх движения» [30]. Согласно полученным результатам, VR-терапия представляется неинвазивной нефармацевтической альтернативой при лечении нейропатической боли [32]. Ряд авторов склонны рассматривать ее в качестве

вмешательства первой линии среди нефармакологических методов облегчения хронической скелетно-мышечной боли [32, 33]. В то же время все авторы подчеркивают необходимость проведения более целенаправленных и высококачественных исследований эффективности и результативности применения VR для лечения пациентов с болью в позвоночнике [24, 32, 33].

Приверженность к лечению

В четырех научных публикациях представлены данные о приверженности к лечению пациентов с позвоночно-спинномозговой травмой [6, 21, 35, 36].

Соблюдение режима лечения — одна из наиболее распространенных проблем у лиц, страдающих хроническими заболеваниями, в том числе у пациентов с ТБСМ, что можно объяснить длительным, утомительным характером тренировок при отсутствии четких гарантий выздоровления [35]. Из факторов, влияющих на приверженность к лечению, связанных с пациентом, в числе наиболее значимых отмечают молодой возраст и мужской пол; именно эти факторы характеризуют популяцию пациентов с ТБСМ [2].

VR-терапия способна повысить вовлеченность и мотивировать человека к выполнению физических упражнений в формате увлекательных игр, побуждая многократно повторять движения, обеспечивая при этом мультимодальную обратную связь [21]. Показано, что полумерсионная VR-терапия способствует заинтересованности и повышению мотивации к реабилитации у инвалидов с ТБСМ, обеспечивая при этом разнообразную и безопасную среду. Однако, поскольку эти данные получены не в рамках рандомизированного контролируемого исследования, к ним следует относиться с осторожностью [6].

Побочные эффекты

В числе побочных эффектов применения VR-технологий описаны головокружение, головная боль, тошнота и дезориентация, возникающие при длительном, непре-

рывном погружении в VR [37]. Этиопатогенетические механизмы перечисленных явлений точно не описаны, предположительно их связывают с конфликтом в мультисенсорной интеграции [38]. Частота данных проявлений вариабельна и в целом достаточно низка [39]. L. Wang и соавт, проанализировав 2588 статей, посвященных применению VR-технологий в лечении пациентов с патологией центральной нервной системы, обнаружили только одно сообщение о неблагоприятных событиях [5].

Однако, как отмечают авторы, многие пациенты предпочитают традиционные методы лечения VR-технологиям. Предположительно этот факт связывают с проблемами с оборудованием, программным обеспечением виртуальной реальности, а также с головокружением или общим дискомфортом, которые некоторые пациенты испытывают в процессе и после занятий в виртуальной среде, но в силу разных причин не указывают специалистам. Авторы пришли к заключению, что безопасность VR-вмешательств в настоящий момент недостаточно оценена и нуждается в дополнительных исследованиях [40].

Ограничения

Большинство использованных в настоящем обзоре публикаций основаны на результатах предварительных клинических исследований, которые могут не предоставлять детальной информации об эффективности отдельных методик VR-терапии у лиц с различными уровнем и тяжестью повреждения спинного мозга, сопутствующей патологией и клинико-демографическими характеристиками участников исследований. Кроме того, в работах описаны разные типы VR (неиммерсивный, полумерсивный и иммерсивный) и режимы тренировок у лиц с разным уровнем и тяжестью повреждения спинного мозга.

ОБСУЖДЕНИЕ

VR — новая технология, которая может дополнить другие методы медицинской реабилитации пациентов с патологией спинного

мозга, устранив ряд ограничивающих факторов и повысив приверженность к лечению. Создавая интерактивную среду, включающую соревновательный, игровой, исследовательский компоненты, VR-терапия повышает эмоциональную вовлеченность пациента в работу и приверженность к лечению. VR-системы побуждают пациентов генерировать повторяющиеся действия, находить правильный паттерн движения, обеспечивая при этом мультимодальную обратную связь [26].

VR-технологии становятся все более портативными и иммерсивными [27], позволяют тонко корректировать сложность, интенсивность, продолжительность работы с учетом интересов и возможностей пациента, обеспечивают обратную связь [41]. Большинство протоколов VR-технологии применяют игры, которые побуждают двигать конечностями, туловищем, фор-

мируя произвольные движения, равновесие, повышают приверженность к лечению и способствуют уменьшению боли. VR в форме интерактивной видеоигры обладает мотивирующим воздействием, повышает приверженность пациентов к лечению [41, 42].

В то же время полученные различными авторами результаты должны быть оценены как предварительные, несмотря на большое количество исследований и, казалось бы, достаточное общее число их участников. Однако отдельные клинические исследования включают небольшие выборки, различающиеся между собой по возрасту, полу, тяжести, давности и уровню повреждения спинного мозга. Работы выполнены с использованием разных типов виртуальных систем и программ тренировок для решения различных задач реабилитации. Разнообразие методологических подходов, методов статистической

обработки полученных данных не позволяет считать тему закрытой и требует дальнейшего изучения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

VR — новая технология, способная дополнить комплекс мероприятий медицинской реабилитации пациентов с ТБСМ. Создавая интерактивную среду, VR-терапия повышает эмоциональную вовлеченность пациента в работу, приверженность к лечению, побуждает генерировать повторяющиеся движения, находить правильный паттерн, обеспечивает обратную связь.

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. Lu Y, Shang Z, Zhang W, Hu X, Shen R, Zhang K, et al. Global, regional, and national burden of spinal cord injury from 1990 to 2021 and projections for 2050: a systematic analysis for the Global Burden of Disease 2021 study. *Ageing Res Rev.* 2025; 103:102598. DOI: 10.1016/j.arr.2024.102598.
2. Barbiellini Amidei C, Salmaso L, Bellio S, Saia M. Epidemiology of traumatic spinal cord injury: a large population-based study. *Spinal Cord.* 2022; 60(9): 812-819. DOI: 10.1038/s41393-022-00795-w.
3. Cardile D, Calderone A, De Luca R, Corallo F, Quartarone A, Calabrò RS. The quality of life in patients with spinal cord injury: assessment and rehabilitation. *J Clin Med.* 2024; 13(6): 1820. DOI: 10.3390/jcm1306182.
4. Leemhuis E, Esposito RM, De Gennaro L, Pazzaglia M. Go virtual to get real: virtual reality as a resource for spinal cord treatment. *Int J Environ Res Public Health.* 2021; 18(4): 1819. DOI: 10.3390/ijerph18041819.
5. Wang L, Zhang H, Ai H, Liu Y. Effects of virtual reality rehabilitation after spinal cord injury: a systematic review and meta-analysis. *J Neuroeng Rehabil.* 2024; 21(1): 191. DOI: 10.1186/s12984-024-01492-w.
6. Abou L, Malala VD, Yarnot R, Alluri A, Rice LA. Effects of virtual reality therapy on gait and balance among individuals with spinal cord injury: a systematic review and meta-analysis. *Neurorehabil Neural Repair.* 2020; 34(5): 375-388. DOI: 10.1177/1545968320913515.
7. De Miguel-Rubio A, Rubio MD, Alba-Rueda A, Salazar A, Moral-Munoz JA, Lucena-Anton D. Virtual reality systems for upper limb motor function recovery in patients with spinal cord injury: systematic review and meta-analysis. *JMIR Mhealth Uhealth.* 2020; 8(12): e22537. DOI: 10.2196/22537.
8. Sheehy L, Taillon-Hobson A, Sveistrup H, Bilodeau M, Fergusson D, Levac D, et al. Does the addition of virtual reality training to a standard program of inpatient rehabilitation improve sitting balance ability and function after stroke? Protocol for a single-blind randomized controlled trial. *BMC Neurol.* 2016; 16: 42. DOI: 10.1186/s12883-016-0563-x.
9. Ghaednia H, Fourman MS, Lans A, Detels K, Dijkstra H, Lloyd S, et al. Augmented and virtual reality in spine surgery, current applications and future potentials. *Spine J.* 2021; 21(10): 1617-1625. DOI: 10.1016/j.spinee.2021.03.018.
10. Chen J, Or CK, Chen T. Effectiveness of using virtual reality-supported exercise therapy for upper extremity motor rehabilitation in patients with stroke: systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *J Med Internet Res.* 2022; 24(6): e24111. DOI: 10.2196/24111.
11. Rutkowski S, Rutkowska A, Kiper P, Jastrzebski D, Rachenik H, et al. Virtual reality rehabilitation in patients with chronic obstructive pulmonary disease: a randomized controlled trial. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis.* 2020; 15: 117-124. DOI: 10.2147/COPD.S223592.
12. Choi JY, Yi SH, Ao L, Tang X, Xu X, Shim D, et al. Virtual reality rehabilitation in children with brain injury: a randomized controlled trial. *Dev Med Child Neurol.* 2021; 63(4): 480-487. DOI: 10.1111/dmcn.14762.
13. Domínguez-Téllez P, Moral-Muñoz JA, Salazar A, Casado-Fernández E, Lucena-Antón D. Game-based virtual reality interventions to improve upper limb motor function and quality of life after stroke: systematic review and meta-analysis. *Games Health J.* 2020; 9(1): 1-10. DOI: 10.1089/g4h.2019.0043.
14. Aguilera-Rubio Á, Cuesta-Gómez A, Mallo-López A, Jardón-Huete A, Oña-Simbaña ED, Alguacil-Diego IM. Feasibility and efficacy of a virtual reality game-based upper extremity motor function rehabilitation therapy in patients with chronic stroke: a pilot study. *Int J Environ Res Public Health.* 2022; 19(6): 3381. DOI: 10.3390/ijerph19063381.

15. Shin S, Lee HJ, Chang WH, Ko SH, Shin YI, Kim YH. A Smart glove digital system promotes restoration of upper limb motor function and enhances cortical hemodynamic changes in subacute stroke patients with mild to moderate weakness: a randomized controlled trial. *J Clin Med*. 2022; 11(24): 7343. DOI: 10.3390/jcm11247343.
16. Gulcan K, Guclu-Gunduz A, Yasar E, Ar U, Sucullu Karadag Y, Saygili F. The effects of augmented and virtual reality gait training on balance and gait in patients with Parkinson's disease. *Acta Neurol Belg*. 2023; 123(5): 1917-1925. DOI: 10.1007/s13760-022-02147-0.
17. Sana V, Ghous M, Kashif M, Albalwi A, Muneer R, Zia M. Effects of vestibular rehabilitation therapy versus virtual reality on balance, dizziness, and gait in patients with subacute stroke: a randomized controlled trial. *Medicine (Baltimore)*. 2023; 102(24): e33203. DOI: 10.1097/MD.00000000000033203.
18. Amir-Behghadami M, Janati A. Emerg population, intervention, comparison, outcomes and study (PICOS) design as a framework to formulate eligibility criteria in systematic reviews. *Med J*. 2020; 37(6): 387. DOI: 10.1136/emered-2020-209567.
19. Leirós-Rodríguez R, Álvarez-Barrio L, Alonso-Cortés Fradejas B. Analysis of postural control in sitting by pressure mapping in patients with multiple sclerosis, spinal cord injury and friedreich's ataxia: a case series study. *Reguera-García MM, Sensors (Basel)*. 2020; 20(22): 6488. DOI: 10.3390/s20226488.
20. Nam SM, Koo DK, Kwon JW. Efficacy of wheelchair skills training program in enhancing sitting balance and pulmonary function in chronic tetraplegic patients: a randomized controlled study. *Medicina (Kaunas)*. 2023;59(9):1610. DOI: 10.3390/medicina59091610.
21. Nair MS, Kulkarni VN, Shyam AK. Combined Effect of virtual reality training (VRT) and conventional therapy on sitting balance in patients with spinal cord injury (SCI): randomized control trial. *Neurol India*. 2022; 70 (Supplement): S245-S250. DOI: 10.4103/0028-3886.360934.
22. Goel T, Sharma N, Gehlot A, Srivastav AK. Effectiveness of immersive virtual reality training to improve sitting balance control among individuals with acute and sub-acute paraplegia: a randomized clinical trial. *J Spinal Cord Med*. 2023; 46(6): 964-974. DOI: 10.1080/10790268.2021.2012053.
23. Alashram AR, Padua E, Hammash AK, Lombardo M, Annino G. Effectiveness of virtual reality on balance ability in individuals with incomplete spinal cord injury: a systematic review. *J Clin Neurosci*. 2020; 72: 322-327. DOI: 10.1016/j.jocn.2020.01.037
24. Scalise M, Bora TS, Zancanella C, Safa A, Stefini R, Cannizzaro D. Virtual reality as a therapeutic tool in spinal cord injury rehabilitation: a comprehensive evaluation and systematic review. *J Clin Med*. 2024; 13(18): 5429. DOI: 10.3390/jcm13185429.
25. Koster RAJ, Alizadehsaravi L, Muijres W, Bruijn SM, Dominici N, van Dieën JH. Balance training in older adults enhances feedback control after perturbations. *Peer J*. 2024;12:e18588. DOI: 10.7717/peerj.18588.
26. Wang C, Kong J, Qi H. Areas of research focus and trends in the research on the application of VR in rehabilitation medicine. *Healthc (Basel)*. 2023; 11(14): 2056. DOI: 10.3390/healthcare11142056.
27. Lim DY, Hwang DM, Cho KH, Moon CW, Ahn SY. A fully immersive virtual reality method for upper limb rehabilitation in spinal cord injury. *Ann. Rehabil. Med*. 2020; 44: 311-319. DOI: 10.5535/arm.19181.
28. Al Nattah MMA, Tiberti S, Segaletti L. Semi-immersive virtual reality exercise therapy for upper limb rehabilitation in patients with spinal cord injury using the leap motion controller. *Cureus*. 2024; 16: e52261. DOI: 10.7759/cureus.52261.
29. Bressi F, Cricenti L, Bravi M, Pannunzio F, Cordella F, Lapresa M, et al. Treatment of the paretic hand with a robotic glove combined with physiotherapy in a patient suffering from traumatic tetraparesis: a case report. *Sensors*. 2023; 23: 3484. DOI: 10.3390/s23073484.
30. Zhang T, Li X, Zhou X, Zhan L, Wu F, Huang Z, et al. Virtual reality therapy for the management of chronic spinal pain: systematic review and meta-analysis. *JMIR Serious Games*. 2024; 12: e50089. DOI: 10.2196/50089.
31. Chambel SS, Tavares I, Cruz CD. Chronic pain after spinal cord injury: is there a role for neuron-immune dysregulation? *Front. Physiol*. 2020; 11: 748. DOI:10.3389/fphys.2020.00748.
32. Guerra-Armas J, Flores-Cortes M, Pineda-Galan C, Luque-Suarez A, La Touche R. Role of immersive virtual reality in motor behaviour decision-making in chronic pain patients. *Brain Sci*. 2023; 13(4): 617. DOI: 10.3390/brainsci13040617
33. Flores-Cortes M, Guerra-Armas J, Pineda-Galan C, La Touche R, Luque-Suarez A. Sensorimotor uncertainty of immersive virtual reality environments for people in pain: scoping review. *Brain Sci*. 2023; 13(10): 1461. DOI: 10.3390/brainsci13101461.
34. Ahern MM, Dean LV, Stoddard CC, Agrawal A, Kim K, Cook CE, et al. The effectiveness of virtual reality in patients with spinal pain: a systematic review and meta-analysis. *Pain Pract*. 2020; 20(6): 656-675. DOI: 10.1111/papr.12885.
35. Hisham H, Justine M, Hasnan N, Manaf H. Effects of paraplegia fitness integrated training on physical function and exercise self-efficacy and adherence among individuals with spinal cord injury. *Ann Rehabil Med*. 2022; 46(1): 33-44. DOI: 10.5535/arm.21127.
36. Donegan T, Sanchez-Vives MV. Perception and control of a virtual body in immersive virtual reality for rehabilitation. *Curr Opin Neurol*. 2024;37(6):638-644. DOI: 10.1097/WCO.0000000000001321.
37. Park S, Lee G. Full-immersion virtual reality: adverse effects related to static balance. *Neurosci Lett*. 2020;733:134974. DOI: 10.1016/j.neulet.2020.134974.
38. Simón-Vicente L, Rodríguez-Cano S, Delgado-Benito V, Ausín-Villaverde V, Cubo Delgado E. Cybersickness. A systematic literature review of adverse effects related to virtual reality. *Neurología*. 2024; 39(8): 701-709. DOI: 10.1016/j.nrleng.2022.04.007.
39. Weech S, Kenny S, Barnett-Cowan M. Presence and cybersickness in virtual reality are negatively related: a review. *Front. Psychol*. 2019; 10: 158. DOI: 10.3389/fpsyg.2019.00158.
40. Saredakis D, Szpak A, Birkhead B, Keage HAD, Rizzo A, Loetscher T. Factors associated with virtual reality sickness in head-mounted displays: A systematic review and meta-analysis. *Front Hum Neurosci*. 2020; 14: 96. DOI:10.3389/fnhum.2020.00096.
41. De Araújo AVL, Neiva JFO, Monteiro CBM, Magalhães FH. Efficacy of virtual reality rehabilitation after spinal cord injury: a systematic review. *Biomed Res Int*. 2019; 2019: 7106951. DOI: 10.1155/2019/7106951.
42. Moulaei K, Bahaadinbeigy K, Haghdostd A, Nezhad MS, Gheysari M, Sheikhtaheri A. An analysis of clinical outcomes and essential parameters for designing effective games for upper limb rehabilitation: a scoping review. *Health Sci Rep*. 2023; 6(5): e1255. DOI: 10.1002/hsr.1255.

Сведения об авторах:

Коновалова Н.Г., д.м.н., ведущий научный сотрудник отдела медицинской и социально-профессиональной реабилитации ФГБУ ННПЦ МСЭ и РИ Минтруда России, г. Новокузнецк, Россия.

Хохлова О.И., д.м.н., ведущий научный сотрудник отдела медицинской и социально-профессиональной реабилитации ФГБУ ННПЦ МСЭ и РИ Минтруда России, г. Новокузнецк, Россия.

Васильченко Е.М., д.м.н., доцент, главный научный сотрудник отдела медицинской и социально-профессиональной реабилитации ФГБУ ННПЦ МСЭ и РИ Минтруда России, г. Новокузнецк, Россия.

Адрес для переписки:

Коновалова Нина Геннадьевна, ФГБУ ННПЦ МСЭ и РИ Минтруда России
ул. Малая, 7, г. Новокузнецк, Россия, 654055
Тел: +7 (3843) 36-91-26
E-mail: root@reabil-nk.ru; konovalovang@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 21.07.2025

Рецензирование пройдено 25.07.2025

Подписано в печать 05.08.2025

Information about authors:

Konovalova N.G., MD, PhD, leading researcher of Department of Medical and Sociovocational Rehabilitation of Novokuznetsk Scientific and Practical Centre for Medical and Social Evaluation and Rehabilitation of Disabled Persons, Ministry of Labour and Social Protection of the Russian Federation, Novokuznetsk, Russia.

Khokhlova O.I., MD, PhD, leading researcher of Department of Medical and Sociovocational Rehabilitation of Novokuznetsk Scientific and Practical Centre for Medical and Social Evaluation and Rehabilitation of Disabled Persons, Ministry of Labour and Social Protection of the Russian Federation, Novokuznetsk, Russia.

Vasilchenko E.M., MD, PhD, associate professor, chief researcher of Department of Medical and Sociovocational Rehabilitation of Novokuznetsk Scientific and Practical Centre for Medical and Social Evaluation and Rehabilitation of Disabled Persons, Ministry of Labour and Social Protection of the Russian Federation, Novokuznetsk, Russia.

Address for correspondence:

Konovalova Nina Gennadievna, Novokuznetsk Scientific and Practical Centre for Medical and Social Evaluation and Rehabilitation of Disabled Persons, Ministry of Labour and Social Protection of the Russian Federation, Malaya St., 7, Novokuznetsk, Russia, 654066
Tel: +7 (3843) 36-91-26
E-mail: root@reabil-nk.ru; konovalovang@yandex.ru

Received 21.07.2025

Review completed 25.07.2025

Passed for printing 05.08.2025



КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ ПОЛНОГО НЕВРОЛОГИЧЕСКОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПАЦИЕНТКИ С ТЕТРАПЛЕГИЕЙ ВСЛЕДСТВИЕ ПОЗВОНОЧНО-СПИНАЛЬНОЙ ТРАВМЫ

CLINICAL CASE OF COMPLETE NEUROLOGICAL RECOVERY OF A PATIENT WITH TETRAPLEGIA DUE TO SPINAL INJURY

Тутынин К.В.
Шнякин П.Г.
Арутюнян А.Г.

Tutynin K.V.
Shnyakin P.G.
Arutyunyan A.G.

ФГБОУ ВО «Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого» Минздрава России,

Krasnoyarsk State Medical University
n.a. Prof. V.F. Voino-Yasenetsky,

КГБУЗ «Красноярская межрайонная клиническая больница скорой медицинской помощи имени Н.С. Карповича»,

Krasnoyarsk Interdistrict Clinical Emergency Hospital
named after N.S. Karpovich,

г. Красноярск, Россия

Krasnoyarsk, Russia

Спинальная травма является серьезной медицинской и социально-экономической проблемой. Особое место в этой группе занимает травма на шейном отделе позвоночника, с относительно высоким уровнем повреждения спинного мозга и связанными с этим неврологическими нарушениями органов и систем.

Цель — представить случай полного неврологического восстановления пациентки с тетраплегией вследствие позвоночно-спинальной травмы.

Материал и методы. Пациентка поступила с травмой, полученной в результате аварии, была пассажиркой автомобиля, который столкнулся с препятствием. Отмечалась полная утрата двигательной активности и чувствительности ниже уровня шейного отдела позвоночника. Пациентке в кратчайшие сроки выполнено неотложное декомпрессионно-стабилизирующее хирургическое вмешательство, проведена интенсивная терапия, с ранней и последующей комплексной реабилитацией.

Результаты. Максимально быстрая ликвидация острого сдавления спинного мозга внедрившимися травматическими элементами позвонка и механическая стабилизация сегмента снизили риск вторичного поражения спинного мозга. Своевременная интенсивная терапия, ранняя и последовательная комплексная реабилитация позволили компенсировать неврологические нарушения и вернуть пациентку к максимально возможному уровню активности.

Заключение. Представленный клинический случай показывает, что при осложненной позвоночно-спинномозговой травме на шейном уровне проведенное последовательное комплексное лечение, состоящее из неотложного декомпрессионно-стабилизирующего хирургического вмешательства в кратчайшие сроки, интенсивной терапии, ранней и последующей комплексной реабилитации, позволило полностью восстановить утраченные функции у пациентки с тетраплегией.

Spinal injury is a serious medical and socio-economic problem. A special place in this group is occupied by trauma to the cervical spine, with a relatively high level of damage to the spinal cord and associated neurological disorders of organs and systems.

Objective — to present a case of complete neurological recovery of a patient with tetraplegia due to spinal cord injury.

Material and methods. The patient was admitted with an injury sustained as a result of an accident; she was a passenger in a car that collided with an obstacle. There was a complete loss of motor activity and sensitivity below the level of the cervical spine. The patient underwent emergency decompression and stabilization surgery as soon as possible, intensive therapy was performed, with early and subsequent complex rehabilitation.

Results. The fastest possible correction of acute compression of the spinal cord by the embedded traumatic elements of the vertebra and mechanical stabilization of the segment reduced the risk of secondary spinal cord injury. Timely intensive therapy, early and consistent comprehensive rehabilitation made it possible to compensate for neurological disorders and return the patient to the highest possible level of activity.

Conclusion. The presented clinical case shows that in case of complicated spinal cord injury at the cervical level, the conducted sequential complex treatment consisting of emergency decompression-stabilization surgical intervention in the shortest possible time, intensive therapy, early and subsequent complex rehabilitation allowed to completely restore the lost functions in a patient with tetraplegia.



Для цитирования: Тутынин К.В., Шнякин П.Г., Арутюнян А.Г. КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ ПОЛНОГО НЕВРОЛОГИЧЕСКОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПАЦИЕНТКИ С ТЕТРАПЛЕГИЕЙ ВСЛЕДСТВИЕ ПОЗВОНОЧНО-СПИНАЛЬНОЙ ТРАВМЫ //ПОЛИТРАВМА / POLYTRAUMA. 2025. № 3. С. 83-88.

Режим доступа: <http://poly-trauma.ru/index.php/pt/article/view/609>

DOI: 10.24412/1819-1495-2025-3-83-88

Спинальная травма представляет собой острую медицинскую и социально-экономическую проблему современного общества. Среди различных видов спинальных повреждений особое место занимают травмы шейного отдела позвоночника, которые характеризуются высоким уровнем повреждения спинного мозга и вызывают серьезные неврологические нарушения в работе множества органов и систем организма. Статистические данные показывают, что травмы шейного отдела составляют около 30 % от общего числа повреждений позвоночника. При этом почти половина таких травм (до 50 %) сопровождается различными неврологическими осложнениями различной степени тяжести, что существенно влияет на качество жизни пациентов и требует комплексного медицинского подхода к лечению и реабилитации. Тяжесть неврологических нарушений после таких травм обуславливает длительное дорогостоящее лечение, состоящее из неотложного декомпрессионно-стабилизирующего хирургического вмешательства, интенсивной терапии угрожающих состояний, ранней и последующей реабилитации, зачастую продолжающейся всю жизнь. Несмотря на развитие хирургических технологий и возможностей современной интенсивной терапии, исходы таких травм остаются на неудовлетворительном уровне: умирают от осложнений до 15 %, инвалидами становятся до 90 % пострадавших с осложненной травмой позвоночника высоких степеней [1–9].

Описанный клинический случай проведен в соответствии со стандартами CONSORT и соответствует этическим стандартам; лица, описанные в статье, дали информированное согласие на участие в исследовании.

Цель — представить случай полного неврологического восстановления пациентки с тетраплегией вследствие позвоночно-спинальной травмы.

КЛИНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ

В августе 2021 г. в приемно-диагностическое отделение КГБ-

УЗ КМКБСМП им. Н.С. Карповича г. Красноярск поступила пациентка М. 20 лет, которая была транспортирована бригадой скорой помощи спустя 20 минут после получения травмы. Основным поводом для обращения стала полная утрата двигательной активности и чувствительности ниже уровня шейного отдела позвоночника. Травма получена в результате аварии, женщина была пассажиром автомобиля, который столкнулся с препятствием.

Объективно: общее состояние тяжелое, пассивное положение, на каталке, на спине, иммобилизация шейного отдела позвоночника транспортной шиной Шанца, отмечается алкогольный запах изо рта. Кожные покровы и слизистые умеренной бледности, чистые, без патологических изменений, температура кожных покровов снижена. Дыхательная система: самостоятельное, но ослабленное дыхание, диафрагмальный тип дыхания, слабые дыхательные движения грудной клетки, частота дыхания — 20–22 в минуту; сердечно-сосудистая система: глухие сердечные тоны, ритмичный пульс, гипотония (артериальное давление — 85–90/50 мм рт. ст.), частота сердечных сокращений — 85–90 уд/мин; живот мягкий, безболезненный, без признаков напряжения, не реагирует на пальпацию, перистальтика кишечника ослаблена при аускультации. Общее состояние характеризуется острой гемодинамической нестабильностью и дыхательной недостаточностью. Моча светлая, по установленному катетеру. При пальпации задней поверхности шеи определяется выраженная болезненность и напряжение мышц.

Неврологический статус при поступлении: оценка уровня сознания по шкале комы Глазго — 13–14 баллов, умеренное оглушение, частично дезориентирована в месте, критика сохранена, зрачки одинаковы с обеих сторон, средние, фотореакции живые, движения глазных яблок в полном объеме, нистагма нет, симптом Манна — Гуревича

ча отрицательный, лицо симметричное, язык по средней линии. Рефлекторная сфера: глоточный рефлекс сохранен, сухожильные рефлексы в верхних и нижних конечностях отсутствуют, отсутствуют патологические стопные знаки. Двигательная функция: мышечный тонус в конечностях отсутствует, сила активных движений в верхних и нижних конечностях (как проксимально, так и дистально) — 0 баллов. Чувствительная сфера: анестезия по проводниковому типу, начиная с уровня надплечий, мышечно-суставное чувство сохранено. Вегетативная сфера: выявлено нарушение функции тазовых органов по типу задержки.

В результате проведенной мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ) по расширенному протоколу «политравма» (с исследованием областей: голова, шея, туловище) были получены следующие данные: травма определена как изолированная, выявлен тотальный «взрывной» перелом тела пятого шейного позвонка (C5) со смещением и стенозом позвоночного канала 50 % от его просвета (рис. 1).

На основе результатов клинического и инструментального обследования пациентке поставлен диагноз: *Закрытая позвоночно-спинномозговая травма, тотальный «взрывной» перелом тела C5 позвонка со смещением, стенозом позвоночного канала до 50 %, со сдавлением и ушибом спинного мозга, нарушение проводимости по спинному мозгу с уровня C5, тетраплегия, нарушение функции тазовых органов по типу задержки, по шкале повреждений при травме спинного мозга ASIA — уровень А. Алкогольное опьянение.*

С учетом диагноза, сдавления спинного мозга и неврологической симптоматики пациентке была показана экстренная декомпрессионно-стабилизирующая операция.

Через 70 минут от травмы и 50 минут после поступления было начато оперативное лечение: передняя корпорэктомия C5 позвонка с декомпрессией спинного мозга,

вентральный спондилодез сетчатым имплантом с аутокостью, шейной пластиной в сегментах С4–С5–С6.

На окончательном интраоперационном рентгенологическом контроле положение металлоконструкции правильное, взаимоотношения в шейном отделе позвоночника восстановлены (рис. 2)

После операции для проведения интенсивной терапии пациентка переведена в отделение реанимации. Проводилось лечение: искусственная вентиляция легких, противотечный курс глюкокортикостероидов, инфузионная, антикоагулянтная терапия. Искусственная вентиляция легких закончена через 18 часов на фоне полного восстановления адекватного дыхания и при полном ясном сознании.

Специалисты отделения ранней реабилитации со вторых суток начали мероприятия по профилактике застойных явлений путем пассивной активизации и гимнастики суставов пациентки, дыхательных упражнений.

На вторые сутки отмечена слабopоложительная динамика в виде восстановления адекватного самостоятельного дыхания грудной клеткой, увеличения активной силы в верхних конечностях: проксимально до 1–2 баллов, дистально в кистях плегия, в нижних конечностях: проксимально до 1 балла, в стопах сохранялась плегия, суставно-мышечное чувство сохранено. Состояние пациентки было стабилизировано, жизнеугрожающее состояние купировано, на третьи сутки она была переведена в нейрохирургическое отделение.

В профильном отделении ранние реабилитационные мероприятия были продолжены со специалистами по лечебной физкультуре (ЛФК) и массажистами. Отмечена стойкая положительная динамика — прогрессивное восстановление мышечного тонуса и нарастание силы активных движений в верхних и нижних конечностях. Продолжены активные реабилитационные мероприятия по пассивной гимнастике с туловищем и во всех суставах конечностей, начата относительная вертикализация пациентки периодическим приподниманием в течение суток головного

конца кровати и опусканием — ножного.

На проведенном контрольном МРТ-исследовании шейного отдела позвоночника пациентки через 5 дней отмечена удовлетворительная металлофиксация сегмента С4–С5–С6, позвоночный канал свободный, ушиб спинного мозга на уровне С5–С6 сегмента (рис. 3).

Через 17 дней от момента травмы состояние пациентки компенсировано, отмечена медленная, но прогрессивная положительная неврологическая динамика: в верхних конечностях на проксимальном уровне — 3 балла, на дистальном уровне — 1 балл, в нижних конечностях проксимально — 2–3 балла, дистально — 0–1 балл, стойкое увеличение чувствительности — гипестезия с уровня локтевых суставов и среднегрудного отдела позвоночника, сохранение анестезии только на уровне кистей, стоп и области таза, по шкале повреждений при травме спинного мозга ASIA: статус с уровня А при травме повысился до В.

Далее пациентка направлена на восстановительное лечение в отделение медицинской реабилитации КМКБСМП г. Красноярск. С учетом положительной неврологической динамики начаты специализированные, в том числе механизированные, реабилитационные мероприятия. Разработана индивидуальная программа: за-

Рисунок 1

МСКТ сагиттальная томограмма шейного отдела пациентки: тотальный «взрывной» перелом тела С5 позвонка со смещением и стенозом позвоночного канала до 50 %

Figure 1

MSCT sagittal tomogram of the patient's cervical spine: total "burst" fracture of the C5 vertebral body with displacement and stenosis of the spinal canal up to 50 %



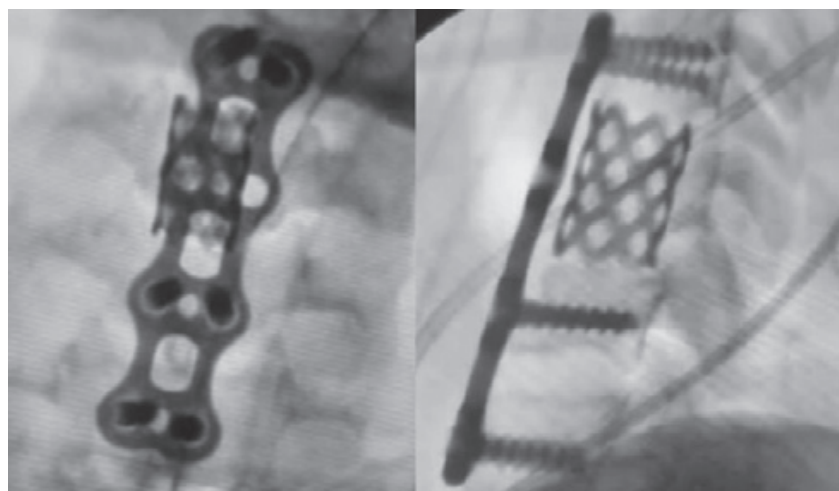
нятия на мелкую моторику, комплекс упражнений ЛФК, физиотерапия, массаж, тренировки на кинезотерапевтической установке Redcord — для восстановления

Рисунок 2

Интраоперационный рентгенологический контроль после переднего спондилодеза шейного отдела позвоночника

Figure 2

Intraoperative X-ray control after anterior cervical spondylosis



двигательной активности при помощи нейромышечной активации и Pablo — для механотерапии и коррекции нарушений крупной и мелкой моторики мышц конечностей, комплекс упражнений для постральной устойчивости в положении сидя и стоя, обучение ходьбе на высоких ходунках с подмышечной опорой и с помощью роботизированной механотерапии с системной разгрузки веса. Медикаментозное лечение: анальгетики при болях, антикоагулянты и препараты холина альфосцерата.

Спустя два месяца после травмы с тетраплегией и 6 недель лечения в отделении медицинской реабилитации отмечено состояние с положительной динамикой:

- пациентка могла присесть в кровати с посильной помощью без развития ортостатической недостаточности;
- могла самостоятельно принимать пищу, используя столовые приборы с толстой ручкой;
- могла самостоятельно ходить по ровной поверхности с ходунками.

Неврологический осмотр выявил следующее: мышечная система: в верхних конечностях: сниженный мышечный тонус, в нижних конечностях: нормальный мышечный тонус, сила активных движений в верхних и нижних конечностях: проксимальные отделы — 4 балла, дистальные отделы (кисти и стопы) — 2 балла; поверхностная чувствительность: гипестезия (снижение чувствительности) по проводниковому типу ниже локтевых суставов и уровня нижнегрудного отдела позвоночника; глубокая чувствительность (мышечно-суставное чувство) в норме; вегетативные функции: сохраняется умеренное нарушение работы тазовых органов по типу задержки — стимуляция стула клизмами и мочеиспускание водными процедурами. Спустя два месяца после травмы по шкале повреждений при травме спинного мозга ASIA: статус с уровня А при травме повысился до С.

Пациентка выписана в удовлетворительном состоянии, продолжила реабилитацию в амбулаторных центрах.

В марте 2022 г., через 7 месяцев после травмы, поступила на по-

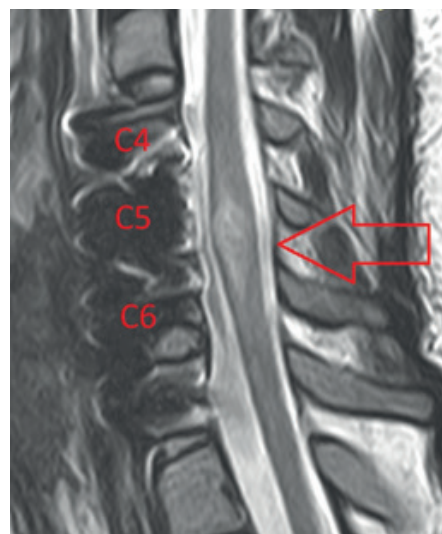
Рисунок 3

Контрольное МРТ-исследование шейного отдела позвоночника пациентки через 5 дней.

Отмечается удовлетворительная металлофиксация сегмента C4–C5–C6, позвоночный канал свободный, ушиб спинного мозга на уровне C5–C6

Figure 3

Control MRI examination of the patient's cervical spine after 5 days. Satisfactory metal fixation of the C4–C5–C6 segment is noted, the spinal canal is free, spinal cord contusion at the C5–C6 level



вторный курс реабилитации в отделение медицинской реабилитации КМКБСМП г. Красноярск; отмечена стойкая положительная неврологическая динамика: мышечный тонус немного снижен, мышечная сила во всех конечностях незначительно снижена до 4–4,5 баллов, остается гипестезия в левой нижней конечности, мочеиспускание не нарушено, стул ежедневный, самостоятельный, соблюдает диету, при задержке делаются клизмы. Спустя семь месяцев после травмы по шкале повреждений при травме спинного мозга ASIA: статус с уровня А при травме повысился до D.

Сформирована программа реабилитации для закрепления достигнутого результата — обучение пациентки тренировкам по физическим упражнениям. Проводилась ЛФК активно и пассивно, занятия на тренажерах Redcord, «Баланс»,

«Мотомед», «Тредмил», функциональная электростимуляция, проприоцептивная нейромышечная фасилитация.

Пациентка выписана на амбулаторное долечивание с незначительными тетрапарезом и нарушением двигательной функции.

Динамически осмотрена в декабре 2024 г., спустя 3 года и 4 месяца от момента травмы. Пациентка полностью восстановилась, сила активных движений в конечностях полная, 5 баллов, только при большой нагрузке отмечает быструю утомляемость, функция тазовых органов не нарушена, сухожильные рефлексы в норме, остается гипестезия в левой нижней конечности, активно занимается на тренажерах (рис. 4).

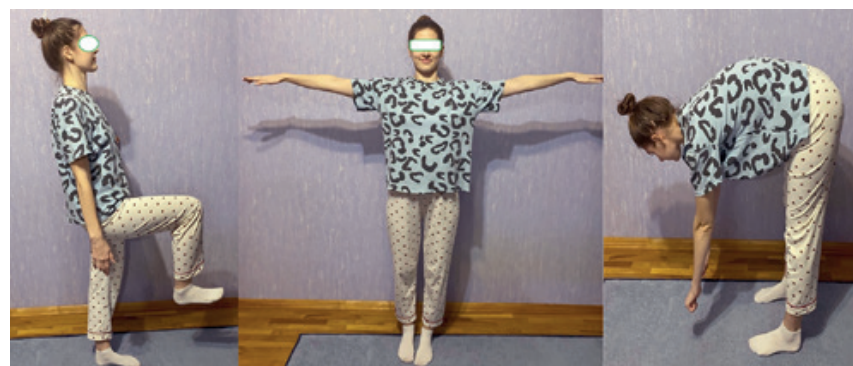
Спустя более чем 3 года после травмы по шкале повреждений при травме спинного мозга ASIA: статус

Рисунок 4

Функциональный результат лечения через 3 года и 4 месяца: полный объем и сила активных движений

Figure 4

Functional outcome of treatment after 3 years and 4 months: full range and strength of active movements



с уровня А при травме повысился до Е, с полным функциональным восстановлением физической и социально-трудовой функции. На контрольной рентгенограмме шейного отдела позвоночника: взаимоотношения позвонков и положение металлоконструкции удовлетворительные, костный блок на месте повреждения сформирован, позвоночный канал свободный (рис. 5).

ОБСУЖДЕНИЕ

Спинальная травма является серьезной медицинской и социально-экономической проблемой. Особое место в этой группе занимает травма на шейном отделе позвоночника с его относительно высоким уровнем повреждения спинного мозга и связанными с этим неврологическими нарушениями органов и систем. Исходы таких травм остаются на неудовлетворительном уровне: умирают от осложнений до 15 %, инвалидами становятся до 90 % пострадавших с осложненной травмой позвоночника высоких степеней.

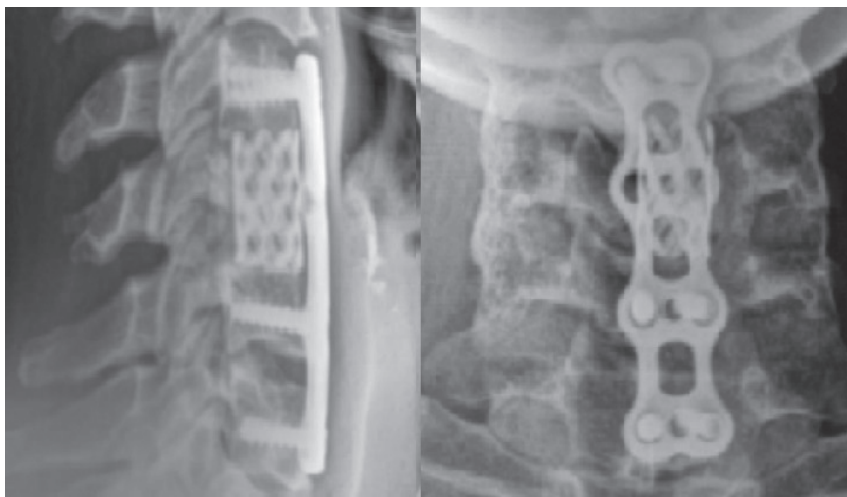
Степень связанных с позвоночно-спинномозговой травмой неврологических нарушений зависит от локализации и тяжести травмы самого спинного мозга. Зачастую степень органического поражения спинного мозга можно определить лишь отдаленно, из-за наличия его запредельного торможения, сдавления и отека, спинального шока в остром периоде. Продолжающееся длительное сдавление спинного мозга, его магистральных сосудов и корешков спинномозговых нервов приводит к вторичному ишемическому и уже необратимому повреждению спинного мозга с его тяжелыми неврологическими последствиями. В то же время максимально быстрая ликвидация острого сдавления спинного мозга

Рисунок 5

Рентгенограммы шейного отдела пациентки через 3 года и 4 месяца после травмы: определяются восстановленные взаимоотношения и сформированный костный блок в сегменте C4–C5–C6, с удовлетворительным положением металлоконструкции

Figure 5

X-rays of the patient's cervical spine 3 years and 4 months after the injury: restored relationships and a formed bone block in the C4–C5–C6 segment are determined, with a satisfactory position of the metal structure



внедрившимися травматическими элементами позвонка и механическая стабилизация сегмента снижают риск вторичного и дополнительного поражения спинного мозга, позволяя сохранить уровень первичного повреждения. Современная интенсивная терапия позволяет купировать жизнеугрожающие состояния, рациональная ранняя и последовательно длительная и максимальная комплексная реабилитация помогает компенсировать неврологические нарушения и вернуть пациента к максимально возможному уровню активности при определенном органическом уровне поражения спинного мозга.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленный клинический случай показывает, что при осложненной позвоночно-спинномозговой

травме на шейном уровне проведенное последовательное комплексное лечение, состоящее из неотложного декомпрессионно-стабилизирующего хирургического вмешательства в кратчайшие сроки, интенсивной терапии угрожающих состояний, ранней и последующей длительной комплексной реабилитации, позволяет получить отличный и достаточно редкий результат полного восстановления после синдрома полного нарушения проводимости спинного мозга на шейном уровне.

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. Parthiban J, Zileli M, Sharif SY. Outcomes of spinal cord injury: WFNS Spine Committee Recommendations. *Neurospine*. 2020; 17(4):809.
2. Eli I, Lerner DP, Ghogawala Z. Acute traumatic spinal cord injury. *Neurologic clinics*. 021. 39(2):471-488.
3. Hachem LD, Ahuja CS, Fehlings MG. Assessment and management of acute spinal cord injury: From point of injury to rehabilitation. *The journal of spinal cord medicine*. 2017; 40(6):665-675.
4. Shah M, Peterson C, Yilmaz E, Halalmeah DR, Moisi M. Current advancements in the management of spinal cord injury: a comprehensive review of literature. *Surg Neurol Int*. 2020;11:2. DOI: 10.25259/SNI_568_2019.
5. Chay W, Kirshblum S. Predicting outcomes after spinal cord injury. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics*. 2020; 31(3):331-343.
6. Yakushin OA, Novokshonov AV, Fedorov MYu. A case of two-stage surgical treatment of a patient with a complicated lumbar spinal fracture. *Siberian Medical Review*. 2018; 6 (114):78-83. Russian (Якушин О. А., Новокшенов А. В., Федоров М. Ю. Случай двухэтапного хирургического лечения пациентки с осложненным

переломом позвоночника поясничного уровня //Сибирское медицинское обозрение. 2018. №. 6 (114). С. 78-83.)

7. Yakushin OA, Agadzhanian VV, Novokshonov AV. Analysis of lethal outcomes in patients with spinal cord injury in the acute period. *Polytrauma*. 2019; (3):55-60. Russian (Якушин О. А., Агаджанян В. В., Новокшонов А. В. Анализ летальных исходов у пациентов с позвоночно-спинномозговой травмой в остром периоде // Политравма. 2019. № 3. С. 55-60.)
8. Statsenko IA, Lebedeva MN, Palmash AV, Lukinov VL, Rerikh VV. Features of the course of complicated injury of the lower cervical spine depending on the timing of surgical decompression of the spinal cord. *Journal of Spine Surgery*. 2024;21(2):13-26. Russian (Стаценко И. А., Лебедева М. Н., Пальмаш А. В., Лукинов В. Л., Рерих В.

В. Особенности течения осложненной травмы нижнешейного отдела позвоночника в зависимости от срока выполнения хирургической декомпрессии спинного мозга // Хирургия позвоночника. 2024. Т.21, № 2. С. 13-26.)

9. Zharikov YuO, Nagaitseva AA, Nikolenko VN. Damage to the spinal cord due to compression fractures of the spine: neurological deficit and technologies for rehabilitation of patients with neurological disorders. *Medical Bulletin of the North Caucasus*. 2021. 16(1):114-118. Russian (Жариков Ю. О., Нагайцева А. А., Николенько В. Н. Повреждение спинного мозга при компрессионных переломах позвоночника: неврологический дефицит и технологии реабилитации пациентов с неврологическими нарушениями // Медицинский вестник Северного Кавказа. 2021. Т. 16, №. 1. С. 114-118.)

Сведения об авторах:

Тутынин К.В., к.м.н., заведующий травматологическим отделением КГБУЗ «КМКБСМП им. Н.С. Карповича»; ассистент кафедры травматологии, ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО КрасГМУ им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого Минздрава России, г. Красноярск, Россия.

Шнякин П.Г., д.м.н., профессор, заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО КрасГМУ им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого Минздрава России; главный внештатный нейрохирург Министерства здравоохранения Красноярского края, г. Красноярск, Россия.

Арутюнян А.Г., заведующий отделением медицинской реабилитации КГБУЗ «КМКБСМП им. Н.С. Карповича», г. Красноярск, Россия.

Адрес для переписки:

Тутынин Константин Валерьевич, ул. имени И.В. Курчатова, 17, г. Красноярск, Россия, 660062
Тел: +7 (908) 207-92-05
E-mail: tutyn79@bk.ru

Статья поступила в редакцию 05.02.2025

Рецензирование пройдено 04.03.2025

Подписано в печать 05.08.2025

Information about authors:

Tutynin K.V., candidate of medical sciences, head of traumatology unit, Krasnoyarsk Interdistrict Clinical Emergency Hospital named after N.S. Karpovich; assistant of department of traumatology, orthopedics and neurosurgery, Krasnoyarsk State Medical University n.a. Prof. V.F. Voino-Yasenetsky, Krasnoyarsk, Russia.

Shnyakin P.G., MD, PhD, professor, chief of department of traumatology, orthopedics and neurosurgery, Krasnoyarsk State Medical University n.a. Prof. V.F. Voino-Yasenetsky; chief neurosurgeon of the Ministry of Health of Krasnoyarsk Krai, Krasnoyarsk, Russia.

Arutyunyan A.G., head of department of medical rehabilitation, Krasnoyarsk Interdistrict Clinical Emergency Hospital named after N.S. Karpovich, Krasnoyarsk, Russia.

Address for correspondence:

Tutynin Konstantin Valerievich, Imeni I.V. Kurchatova St., 17, Krasnoyarsk, Russia, 660062
Tel: +7 (908) 207-92-05
E-mail: tutyn79@bk.ru

Received 05.02.2025

Review completed 04.03.2025

Passed for printing 05.08.2025

ЛЕЧЕНИЕ ЗАКРЫТОЙ ТРАВМЫ ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ: КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ

TREATMENT OF CLOSED PANCREATIC INJURY: A CLINICAL CASE

Агаларян А.Х. Агаджанян В.В. Мугатасимов И.Г. Каташева Л.Ю. Васильев С.О. Штофин С.Г.
Aghalaryan A.Kh. Agadzhanyan V.V. Mugatasimov I.G. Katasheva L.Yu. Vasiliev S.O. Shtofin S.G.

ГАУЗ «Новокузнецкая городская клиническая больница № 1 имени Г.П. Курбатова», г. Новокузнецк, Россия
 Novokuznetsk City Clinical Hospital No. 1 n.a. G.P. Kurbatov, Novokuznetsk, Russia,

ФГБУ «Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии имени Я.Л. Цивьяна» Минздрава России, г. Новосибирск, Россия,
 Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopedics n.a. Ya.L. Tsivyan, Novosibirsk, Russia,

ООО «Медицинский центр «Мегаполис», г. Кемерово, Россия,
 Megapolis Medical Center, Kemerovo, Russia,

ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Новосибирск, Россия
 Novosibirsk State Medical University, Novosibirsk, Russia

Закрытая травма живота — одна из основных причин urgentной госпитализации в хирургический стационар и последующего оперативного лечения. Наиболее тяжело протекает повреждение поджелудочной железы в связи с развитием осложнений.

Цель — представить клиническое наблюдение пострадавшего 19 лет с закрытой травмой живота с повреждением поджелудочной железы.

Материалы и методы. Пациента придавило тяжелым грузом на рабочем месте. Диагноз поставлен благодаря использованию лучевых методов исследования. Выполнена лапаротомия. Послеоперационный период осложнился течением посттравматического панкреатита, что потребовало проведения программированных релапаротомий, формирования наружного панкреатического свища.

Результаты. Через 2 месяца после поступления с учетом положительной динамики в лечении пациент выписан под наблюдение хирурга и травматолога. В статье также обсуждается лечение данной категории пострадавших.

Заключение. Трудности диагностики и лечения повреждений поджелудочной железы при закрытой травме живота остаются одним из самых сложных вопросов urgentной хирургии. Наиболее частым осложнением травмы поджелудочной железы является посттравматический панкреатит с формированием панкреатических свищей, что осложняет послеоперационный период и ухудшает результаты лечения. Лечение в условиях многопрофильного стационара с использованием всего комплекса лечебно-диагностических процедур — основной фактор снижения летальности и частоты осложнений при травме поджелудочной железы.

Ключевые слова: закрытая травма живота; повреждение поджелудочной железы; посттравматический панкреатит

Closed abdominal trauma is one of the main reasons for urgent hospitalization in a surgical hospital and subsequent surgical treatment. The most severe condition is damage to the pancreas due to the development of complications.

Objective — to present a clinical case of a patient (age of 19) with closed abdominal injury and pancreatic injury.

Materials and methods. The patient was crushed by a heavy load at work. The diagnosis was made using radiological examination methods. Laparotomy was performed. The postoperative period was complicated by the course of posttraumatic pancreatitis, which required programmed relaparotomies and the formation of an external pancreatic fistula.

Results. After 2 months of admission, taking into account the positive dynamics in treatment, the patient was discharged under the supervision of a surgeon and traumatologist. The article also discusses the treatment of this category of victims.

Conclusion. The difficulties of diagnosing and treating pancreatic injuries in blunt abdominal trauma remain one of the most challenging issues in emergency surgery. The most common complication of pancreatic trauma is posttraumatic pancreatitis with the formation of pancreatic fistulas, which complicates the postoperative period and worsens treatment results. Management in conditions of the multi-profile hospital with the use of the whole complex of medical and diagnostic procedures is the main factor for decrease in mortality and incidence of complications after pancreatic injury.

Keywords: closed abdominal trauma; pancreatic injury; posttraumatic pancreatitis



Для цитирования: Агаларян А.Х., Агаджанян В.В., Мугатасимов И.Г., Каташева Л.Ю., Васильев С.О., Штофин С.Г. ЛЕЧЕНИЕ ЗАКРЫТОЙ ТРАВМЫ ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ: КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ // ПОЛИТРАВМА / POLYTRAUMA. 2025. № 3. С. 89-94.

Режим доступа: <http://poly-trauma.ru/index.php/pt/article/view/610>

DOI: 10.24412/1819-1495-2025-3-89-94

Повреждения поджелудочной железы при закрытой травме живота встречаются в 1–12 % случаев, а по трудности диагностики и лечения остаются одними из самых сложных. В 70–90 % наблюдений повреждения поджелудочной железы сочетаются с повреждениями органов брюшной полости, почек и крупных сосудов [1–11]. Среди причин смерти пострадавших с травмой поджелудочной железы преобладают дорожно-транспортные повреждения и кататравма [4, 7, 8, 10].

Летальность при изолированной травме поджелудочной железы составляет 17–32 %, при сочетанной — 40–57 %, более половины пострадавших умирают в первые двое суток от момента поступления в стационар от шока и кровопотери [6, 9, 11]. Основными причинами смерти пациентов в отдаленном периоде являются гнойно-септические осложнения и аррозивные кровотечения [6, 9]. Общая летальность от осложнений травм поджелудочной железы составляет 22–80 % [8, 12]. Частота послеоперационных осложнений достигает 40–92 %, а инвалидизация — 30–40 % [8].

Диагностика. Первоначальное обследование и диагностика пострадавших с травмой поджелудочной железы должны соответствовать общим принципам тактики для всех пострадавших с травмами с визуализацией и мониторингом в соответствии с клинической картиной и показателями жизненно важных функций [13].

Определенную диагностическую информацию о состоянии поджелудочной железы дает анализ активности ее ферментов в сыворотке крови и в моче. Даже небольшое повышение концентраций амилазы и липазы следует расценивать как возможное проявление травмы поджелудочной железы и показание к специфической терапии и дообследованию [4, 8]. Одновременное их повышение имеет 100% специфичность и 85% чувствительность. Тестом с 98% чувствительностью при травме поджелудочной железы является определение в моче концентрации трипсиноген-активированного пептида [3, 4, 7, 10].

Гиперамилаземия возникает не ранее чем через 3 часа после травмы. Ультразвуковое исследование (УЗИ) брюшной полости и забрюшинного пространства в диагностике травм поджелудочной железы характеризуется невысокой чувствительностью — до 44,4 % [14].

Наличие признаков травмы поджелудочной железы является показанием к другим методам обследования — магнитно-резонансной холангиопанкреатографии (МРПХГ) и эндоскопической ретроградной панкреатохолангиографии (ЭРПХГ). Чувствительность МРПХГ при диагностике травм поджелудочной железы составляет 92,8 %, при разрыве панкреатического протока — 91,7 % [15]. МРПХГ может быть полезным инструментом для диагностических целей, тогда как ЭРПХГ позволяет обеспечить диагностическое, а также лечебное вмешательство, но ограничена из-за сложности проведения ЭРПХГ в целом и технических проблем, связанных с ее выполнением у пострадавших с множественной травмой, а также риском осложнения острым панкреатитом [16].

Оценка степени тяжести. Шкала повреждения органов (OIS), разработанная Американской ассоциацией хирургов и травматологов (AAST), повсеместно используется реестрами травм в качестве стандарта для определения типа и тяжести травмы поджелудочной железы [17]. Система оценки OIS описывает анатомическую связь травмы с акцентом на локализацию (голова, тело, хвост) и протока (вовлечен, не вовлечен). Эта система не учитывает общую нагрузку травмы для пострадавшего, включая состояние гемодинамики при обращении, которое обычно влияет на исход [18]. Предложена модифицированная система, которая учитывает другие травмы и наличие шока, чтобы разделить пострадавших по степени тяжести в соответствии с легкими, тяжелыми и крайне тяжелыми травмами и связать лечение с результатом [19].

Консервативное лечение закрытой травмы поджелудочной железы возможно при стабильных показателях гемодинамики, отсутствии геморрагического шока, повреждений

других органов брюшной полости и перитонита, тяжелых сочетанных повреждений, коагулопатии, нарушений сознания [4, 20]. Крупные метаанализы говорят об эффективности консервативного лечения у 28–48,5 % пострадавших с травмой поджелудочной железы [4, 5].

Хирургическое лечение. Большинство хирургов считают, что показания к хирургическому лечению и способ операции зависят от степени повреждения поджелудочной железы [21, 22]. Эффективная хирургическая тактика в отношении пострадавших с I степенью повреждения поджелудочной железы, основанная на применении современных диагностических методов, до настоящего времени не выработана [23].

Опорным пунктом для выбора метода лечения является лапароскопическое вмешательство с диагностической целью. При лапароскопии почти во всех случаях выявляются либо непосредственные повреждения внутренних органов, либо косвенный признак их повреждения — гемоперитонеум. Установленные изменения во всех случаях требуют выполнения конверсии доступа [24]. Объем оперативного вмешательства на железе обусловлен степенью ее повреждения по классификации AAST [17].

Тактика хирургического лечения пострадавших с травмой поджелудочной железы подробно описана А.Н. Смоляром и соавт. [7]. При обнаружении подкапсульной гематомы рекомендуется ее вскрытие, опорожнение и осмотр. Если верифицировано повреждение I–II степени по OIS, следует осуществить прецизионный гемостаз, выполнить дренирование сальниковой сумки на всем протяжении двумя трубками. Необходимо избегать ушивания разрыва поджелудочной железы и тампонады, так как это многократно увеличивает риск травматического панкреонекроза и его осложнений. При полном поперечном разрыве дистальной части панкреатического протока (травма III степени по OIS) большинство авторов склоняются к мнению о выполнении дистальной резекции поджелудочной железы [25, 26].

При проксимальных повреждениях поджелудочной железы (травма IV–V степени по OIS) целесообразно этапное хирургическое вмешательство. На первом этапе важно провести гемостаз с обязательным дренированием сальниковой сумки [26]. Если состояние пострадавшего удастся стабилизировать, осуществляется второй этап лечения — панкреатодуоденальная резекция. Такая тактика позволяет увеличить шансы на выживание пострадавших в очень тяжелом состоянии. Ее недостатком является большое количество послеоперационных осложнений [27].

КЛИНИЧЕСКИЙ ПРИМЕР

Пациент Г. 19 лет 22.09.2024 придавило тяжелым грузом на рабочем месте. Основная масса груза легла на область грудной клетки и верхний этаж живота.

При осмотре: сознание ясное, кожные покровы бледные, гемодинамика стабильная, живот не вздут, симметричный, мягкий, болезненный в правом подреберье и по правому фланку, где определяется мышечное напряжение. Инfiltrатов не определяется. Перитонимальной реакции нет. Печень по краю реберной дуги.

При поступлении: уровень гемоглобина — 120 г/л, лейкоцитоз — $23,5 \times 10^9$ /л, концентрация эритроцитов — $4,03 \times 10^{12}$ /л, гематокрит — 34,2 %. В анализе мочи белок — 0,030 г/л, эритроциты в большом количестве. Данные биохимического анализа: креатинин — 140,00 мкмоль/л, глюкоза — 15,46 ммоль/л, аспартатаминотрансфераза — 302,60 Ед/л, аланинаминотрансфераза — 160,30 Ед/л, амилаза — 243,00 Ед/л, общий белок — 43,80 г/л.

При обзорной рентгенографии органов грудной клетки патологии не выявлено. По результатам УЗИ органов брюшной полости и почек: травматическое повреждение печени с формированием гематомы? Свободная жидкость в брюшной полости. При рентгенографии костей черепа повреждений костей свода черепа не выявлено, при рентгенографии костей таза костных повреждений не выявлено.

В процессе обследования был установлен диагноз: *Производственная сочетанная травма. Закрытая травма живота. Разрыв печени? Внутрибрюшное кровоизлияние. Ушиб мягких тканей грудной клетки. Ушиб мягких тканей груднопоясничного отдела позвоночника. Закрытый компрессионный перелом тел Th 11–12, L1 позвонков.*

После дообследования в экстренном порядке выполнена операция — верхне-срединная лапаротомия. В брюшной полости наблюдалось около 2500 мл крови — аспирирована. Печень, почки, селезенка, желудок, двенадцатиперстная кишка, тонкий кишечник, толстый кишечник, брыжейка — без видимых повреждений. При дальнейшей ревизии выявлена инфильтрация и гематома в проекции мезоколона, вскрыта сальниковая сумка. Выявлен травматический разрыв поджелудочной железы в проекции тела поджелудочной железы, целостность вирсунгова протока не нарушена. Выполнено ушивание капсулы поджелудочной железы и дренирование сальниковой сумки. Установлен зонд в желудок, получено желудочное содержимое по типу «кофейной гущи». Интраоперационно выполнена фиброгастродуоденоскопия (ФГДС): в области угла желудка по малой кривизне выявлен дефект слизистой неправильной формы размером до 2,0 см, вокруг дефекта — гематома, края неровные, рваные, с гемосидерином, дно — подслизистый слой. Заключение: острая (посттравматическая ишемическая) язва угла желудка, состоявшееся кровоизлияние FORREST 2C. Установлен дуоденальный зонд за связку Трейца. Операция завершена дренированием трубчатыми дренажами сальниковой сумки и малого таза.

Послеоперационный диагноз: *Политравма. Закрытая травма живота с повреждением поджелудочной железы, гемоперитонеум 2500 мл, геморрагический шок. Посттравматическая гигантская язва желудка.*

Ранний послеоперационный период продолжен в условиях реанимационного отделения. Состояние пациента оставалось тяжелым.

Осуществлялась искусственная вентиляция легких. Гемодинамика стабильная, артериальное давление — 130/70 мм рт. ст. Живот мягкий, не вздут. По абдоминальным дренажам — до 100 мл серозно-геморрагического отделяемого. Диурез сохранен в достаточном количестве.

По результатам компьютерной томографии грудной клетки: костных травматических изменений шейного и грудного отделов позвоночника не выявлено. Перелом поперечных отростков Th2, Th3 позвонков справа. Антелистез L5 до 7 мм с двусторонним спондилолизом. Выпот в плевральные полости. Травматических изменений костей таза не выявлено.

По компьютерной томографии органов брюшной полости: состояние после операции, структурные изменения в теле поджелудочной железы, вероятнее всего, послеоперационного характера. Пневмоперитонеум. Признаки окклюзии основной левой почечной артерии с формированием участков инфаркта левой почки (кроме нижнего сегмента, который кровоснабжается дополнительной почечной артерией).

Пациент консультирован урологом, нейрохирургом: показаний к оперативному лечению выявленных повреждений нет.

На фоне проводимого интенсивного лечения в условиях реанимации, на 5-е сутки после операции состояние пациента оставалось тяжелым. Живот мягкий, не вздут, болезненный в месте оперативного вмешательства. По абдоминальным дренажам до 300 мл серозного отделяемого. Диурез — 2800 мл. Стул до 3 раз.

По результатам лабораторного исследования от 30.09.2024: уровень гемоглобина — 113,00 г/л, эритроцитов — $3,51 \times 10^{12}$ /л, гематокрит — 30,70 %, показатель тромбоцитов $276,00 \times 10^9$ /л, лейкоцитов $27,80 \times 10^9$ /л. Данные биохимического анализа крови: мочевина — 5,30 ммоль/л, креатинин — 83,00 мкмоль/л, глюкоза — 6,20 ммоль/л, амилаза — 307,00 Ед/л.

Данные УЗИ общего: под правой долей печени, возле нижнего

сегмента селезенки, забрюшинно слева следы свободной жидкости, ограниченных жидкостных скоплений не выявлено.

По результатам ФГДС от 01.10.2024: острые язвы тела желудка диаметром до 1,5 см.

Пациент компенсирован по витальным функциям и переведен из отделения реанимации в отделение общей хирургии 01.10.2024.

Через 2 недели от травмы, 07.10.2024, объективно: состояние пациента средней степени тяжести. В сознании, адекватен. Нормотермия. Живот не вздут, болезненный в области послеоперационных швов и дренажей. По дренажам и вдоль дренажей гнойное отделяемое, мелкие секвестры по дренажам слева. Повязка по срединной ране пропитана гнойным отделяемым. Клинически у пациента признаки инфицированного панкреонекроза.

По данным мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ) от 07.10.2024: структурные изменения в теле поджелудочной железы, вероятнее всего, послеоперационного характера. Свободная жидкость в брюшной полости с признаками ограничения. Следовое количество жидкости в мягких тканях левой боковой стенки живота. Выпот в левой плевральной полости. Компрессионный ателектаз нижней доли левого легкого.

08.10.2024 выполнена операция — релапаротомия. Интраоперационно в сальниковой сумке большое количество гнойно-геморрагического содержимого с мелкими секвестрами. Стеатонекроз на мезоколоне, желудочно-селезеночной связке, малом сальнике. Поджелудочная железа уплотнена на всем протяжении, с очагами стеатонекроза. Имеется парапанкреатический затек справа в область головки по нижнему краю, там же удалено два секвестра по 2 см. Кровотечения нет. С учетом контаминации

сформирована лапаростома с программной релапаротомией.

09.10.2024 по активному дренажу получено 400 мл гнойно-геморрагического отделяемого, выполнена программная релапаротомия. С учетом отсутствия признаков перитонита, распространенности процесса параколярной клетчатки слева и отсутствия отрицательной динамики в поджелудочной железе принято решение о выполнении санации брюшной полости и закрытии лапаростомы, дренировании сальниковой сумки и брюшной полости.

В послеоперационном периоде лечение продолжено в условиях реанимационного отделения. На фоне проводимой интенсивной терапии состояние пациента тяжелое, стабильное. 11.10.2024, 13.10.2024, 16.10.2024 — ревизия, санация сальниковой сумки.

К 37-м суткам лечения, 28.10.2024, по дренажам из сальниковой сумки получено мутное серозное отделяемое до 350 мл, с панкреатическим соком.

04.11.2024 пациент из отделения реанимации переведен в отделение общей хирургии, где продолжена консервативная терапия, перевязки. По дренажу сальниковой сумки отмечалось до 100 мл серозной жидкости с панкреатическим соком.

По данным МСКТ от 26.11.2024: небольшое количество свободной жидкости в сальниковой сумке (конец дренажа в жидкостном скоплении). Окклюзия основной левой ПА, сморщиваемая левая почка. Урологом 26.11.2024 выставлен диагноз: *Инфаркт левой почки с формированием нефросклероза слева.*

С учетом положительной динамики в лечении пациент выписан под наблюдение хирурга и травматолога 26.11.2024 с основным диагнозом: *Производственная сочетанная травма. Закрытая травма живота с повреждением*

поджелудочной железы, левой почки, гемоперитонеум 2500 мл, геморрагический шок. Посттравматическая гигантская язва желудка. Ушиб мягких тканей грудной клетки. Ушиб мягких тканей груднопоясничного отдела позвоночника. Закрытый компрессионный перелом поперечных отростков Th2, Th3 позвонков справа. Субтотальный инфаркт левой почки. Осложнение: Посттравматический инфицированный панкреонекроз, гнойный парапанкреатит. Госпитальная двусторонняя пневмония. Сепсис. Синдром полиорганной недостаточности (почечная, печеночная, дыхательная, сердечно-сосудистая). Формирующийся неполный наружный панкреатический свищ.

Через 3 месяца после выписки свищ закрылся самостоятельно.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Трудности диагностики и лечения повреждений поджелудочной железы при закрытой травме живота остаются одним из самых сложных вопросов в urgentной хирургии. Наиболее частым осложнением травмы поджелудочной железы является посттравматический панкреатит с формированием панкреатических свищей, что осложняет послеоперационный период и ухудшает результаты лечения. Лечение в условиях многопрофильного стационара с использованием всего комплекса лечебно-диагностических процедур — основной фактор снижения летальности и частоты осложнений при травме поджелудочной железы.

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. Morozov DA, Pimenov ES, Filippov YuV, Gorodkov SYu, Nikolaev AV, Masevkin VG, Matveev SA. Complete traumatic rupture of the pancreas with circular rupture of the stomach. *Pediatric Surgery*. 2015; 19(1):51-53. Russian (Морозов Д. А., Пименов Е. С., Филиппов Ю. В., Городков С. Ю., Николаев А. В., Масевкин В. Г., Матвеев С. А.

Полный травматический разрыв поджелудочной железы с циркулярным разрывом желудка // Детская хирургия. 2015. Т. 19, № 1. С.51-53.)

2. Malkov IS, Ignatiev NM. Diagnostics and tactics of surgical treatment of victims with pancreatic trauma. *Practical Medicine*. 2016; (5):80-82. Russian (Малков И. С., Игнатьев Н. М. Диагностика и так-

- тика хирургического лечения пострадавших с травмой поджелудочной железы // Практическая медицина. 2016. № 5. С. 80-82.)
3. Singaevsky FB, Shcherbak SG, Sigua BV, Vrublevsky NM, Nikiforenko AV, Kurkov AA, et al. Features of treatment and diagnostic tactics for blunt abdominal trauma with damage to the pancreas. *Emergency Medical Care. Journal named after N. V. Sklifosovsky*. 2017; 6(1):20-23. Russian (Сингаевский Ф. Б., Щербак С. Г., Сигуа Б. В., Врублевский Н. М., Никифоренко А. В., Курков А. А. и др. Особенности лечебно-диагностической тактики при закрытой травме живота с повреждением поджелудочной железы // Неотложная медицинская помощь. Журнал им. Н. В. Склифосовского. 2017. Т. 6, № 1. С. 20-23. DOI:10/23934/2223-9022-2017-6-1-20-23.)
 4. Coccolini F, Kobayashi L, Kluger Y, Moore EE, Ansaloni L, Biffi W, et al. Duodeno-pancreatic and extrahepatic biliary tree trauma: WSES-AAST guidelines. *World J Emerg Surg*. 2019;14:56. DOI: 10.1186/s13017-019-0278-6.
 5. Ho VP, Patel NJ, Bokhari F, Madbak FG, Hambley JE, Yon JR, et al. Management of adult pancreatic injuries: a practice management guideline from the Eastern Association for the Surgery of Trauma. *J Trauma Acute Care Surg*. 2017;82(1):185-199. DOI: 10.1097/TA.0000000000001300.
 6. Shah S, Khosa F, Rai S, McLaughlin P, Louis L, Nicolaou S. Imaging blunt pancreatic and duodenal trauma. *Appl Radiol*. 2016;45(11):22-28.
 7. Smolyar AN, Agakhonova KT. Closed abdominal trauma. Damage to the pancreas. Part 4. *Surgery. Journal named after N. I. Pirogov*. 2016; 8: 4-12. Russian (Смоляр А. Н., Агаханова К. Т. Закрытая травма живота. Повреждения поджелудочной железы. Часть 4. // Хирургия. Журнал им. Н. И. Пирогова. 2016. №8. С.4-12. DOI: 1017116/hirurgia201684-12.)
 8. Ermolov AS, Blagovestnov DA, Ivanov PA, Grishin AV, Titova GP, Agakhonova KT. Surgery of pancreatic injuries. *Surgery. Journal named after N.I. Pirogova*. 2015; (10):9-15. Russian (Ермолов А. С., Благовестнов Д. А., Иванов П. А., Гришин А. В., Титова Г. П., Агаханова К. Т. Хирургия повреждений поджелудочной железы // Хирургия. Журнал им. Н. И. Пирогова. 2015. №10. С.9-15. DOI:10.17116/hirurgia.2015109-15.)
 9. Ibadildin AS, Mukhamedzhanov GK, Ruslanuly K, Magauina AK, Krivolapova DA, Bektemir AE. Clinical experience in treating patients with pancreatic damage. *Current Scientific Research in the Modern World*. 2018; 11-6(43):111-113. Russian (Ибадильдин А. С., Мухамеджанов Г. К., Русланулы К., Магауина А. К., Криволапова Д. А., Бектемир А. Е. Клинический опыт лечения больных при повреждении поджелудочной железы // Актуальные научные исследования в современном мире. 2018. № 11-6 (43). С. 111-113.)
 10. Kollar D, Molnar FT, Zsoldos P, Olah A. Diagnosis and management of blunt pancreatic trauma. *Orv Hetil*. 2018;159(2):43-52. DOI: 10.1556/650.2018.30938.
 11. Potoka DA, Gaines BA, Leppaniemi A, Peitzman AB. Management of blunt pancreatic trauma: what's new? *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2015; 41(3):239-250. DOI: 10.1007/s00068-015-0510-3.
 12. Byrge N, Heilbrun M, Winkler N, Sommers D, Evans H, Cattin LM, et al. An AAST-MITC analysis of pancreatic trauma: Staple or sew? Resect or drain? *J Trauma Acute Care Surg*. 2018;85(3):435-443. DOI: 10.1097/TA.0000000000001987.
 13. Englum BR, Gulack BC, Rice HE, Scarborough JE, Adibe OO. Management of blunt pancreatic trauma in children: review of the National Trauma Data Bank. *J Pediatr Surg*. 2016;51(9):1526-1531. DOI: 10.1016/j.jpedsurg.2016.05.003.
 14. Sato M, Yoshii H. Reevaluation of ultrasonography for solid-organ injury in blunt abdominal trauma. *J Ultrasound Med*. 2004;23(12):1583-1596.
 15. Panda A, Kumar A, Gamanagatti S, Bhalla AS, Sharma R, Kumar S, et al. Evaluation of diagnostic utility of multidetector computed tomography and magnetic resonance imaging in blunt pancreatic trauma: a prospective study. *Acta Radiol*. 2015;56(4):387-396. DOI: 10.1177/0284185114529949.
 16. Bates DD, LeBedis CA, Soto JA, Gupta A. Use of magnetic resonance in pancreaticobiliary emergencies. *Magn reson imaging Clin N Am*. 2016;24(2):433-448. DOI: 10.1016/j.mric.2015.11.010.
 17. Bhasin DK, Rana SS, Rawal P. Endoscopic retrograde pancreatography in pancreatic trauma: need to break the mental barrier. *J Gastroenterol Hepatol*. 2009;24:720-728.
 18. Khadzhibayev FA, Atadzhanov ShK, Rizaev KS, Mustafaev AL, Askarov AA. Modern technologies for diagnostics and treatment of pancreatic injuries. *Bulletin of Emergency Medicine*. 2021; 14(3):106-113. Russian (Хаджибаев Ф. А., Атаджанов Ш. К., Ризаев К. С., Мустафаев А. Л., Аскаров А. А. Современные технологии диагностики и лечения травм поджелудочной железы // Вестник экстренной медицины. 2021. Т. 14, № 3. С. 106-113.)
 19. Kumar S, Sagar S, Subramanian A, Albert V, Pandey RM, Kapoor N. Evaluation of amylase and lipase levels in blunt trauma abdomen patients. *J Emerg Trauma Shock*. 2012;5(2):135-142. DOI: 10.4103/0974-2700.96482.
 20. Leppaniemi A. Nonoperative management of solid abdominal organ injuries: from past to present. *Scand J Surg*. 2019; 108(2):95-100. DOI: 10.1177/1457496919833220.
 21. Korolev MP, Kutushev FK, Urakcheev ShK, Volkov DB. Surgical tactics for pancreatic injuries. *Bulletin of surgery named after I.I. Grekov*. 2000; 159(3):40-44. Russian (Королев М. П., Кутушев Ф. Х., Уракчев Ш. К., Волков Д. Б. Хирургическая тактика при повреждениях поджелудочной железы // Вестник хирургии им. И.И. Грекова. 2000. Т. 159, № 3. С. 40-44.)
 22. Jones RC. Management of pancreatic trauma. *Am J Surg*. 1985;6:698-704.
 23. Rogov MG. Surgical tactics in patients with pancreatic injuries complicated by acute pancreatitis: abstracts of PhD in medicine. Krasnoyarsk, 2005; 23 p. Russian (Рогов М. Г. Хирургическая тактика у больных с повреждениями поджелудочной железы, осложненными острым панкреатитом: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Красноярск, 2005. 23 с.)
 24. Heuer M, Hussmann B, Lefering R, Taeger G, Kaiser GM, Paul A, et al. Trauma Registry of the DGU. Pancreatic injury in 284 patients with severe abdominal trauma: outcome, course, and treatment algorithm. *Langenbecks Arch Surg*. 2011;396(7):1067-1076. DOI: 10.1007/s00423-011-0836-1.
 25. Krige JE, Kotze UK, Hameed M, Nicol AJ, Navsaria PH. Pancreatic injuries after blunt abdominal trauma: an analysis of 110 patients treated at a level 1 trauma centre. *S Afr J Surg*. 2011; 49(2): 58-64.
 26. Tan KK, Chan DX, Vijayan A, Chiu MT. Management of pancreatic injuries after blunt abdominal trauma. Experience at a single institution. *JOP*. 2009;10(6):657-663.
 27. Zhao ZG, Li YS, Wang J, Li G, Wang K, Xu ZW, et al. Damage control surgery for pancreatic injuries after blunt abdominal trauma. *Zhonghua Wai Ke Za Zhi*. 2012;50(4):299-301. Chinese.

Сведения об авторах:

Агаларян А.Х., д.м.н., врач-хирург ООО «Медицинский центр «Мегаполис», г. Кемерово, Россия.

Агаджанян В.В., д.м.н., профессор, академик РАЕН, главный научный сотрудник ФГБУ «ННИИТО имени Я.Л. Цивьяна» минздрава России.

Мугатасимов И.Г., к.м.н., директор клиники хирургии, заведующий хирургическим отделением №1 ГАУЗ «НГКБ №1 имени Г.П. Курбатова», г. Новокузнецк, Россия.

Каташева Л.Ю., к.м.н., врач-хирург отделения хирургии № 4 ГАУЗ «НГКБ № 1 имени Г.П. Курбатова», г. Новокузнецк, Россия.

Васильев С.О., врач-хирург отделения хирургии № 5 ГАУЗ «НГКБ № 1 имени Г.П. Курбатова», г. Новокузнецк, Россия.

Штофин С.Г., д.м.н., профессор, заведующий кафедрой общей хирургии ФГБОУ ВО НГМУ Минздрава России, г. Новосибирск, Россия.

Адрес для переписки:

Агаларян Александр Хачатурович, ул. Марковцева, 10, г. Кемерово, Россия, 650056

E-mail: agalaryan73@mail.ru

Статья поступила в редакцию 28.04.2025

Рецензирование пройдено 25.05.2025

Подписано в печать 05.08.2025

Information about authors:

Agalaryan A.Kh., MD, PhD, surgeon, Megapolis Medical Center, Kemerovo, Russia.

Agadzhanian V.V., MD, PhD, professor, academician of RANS, chief researcher of Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopedics n.a. Ya.L. Tsivyan, Novosibirsk, Russia.

Mugatasimov I.G., candidate of medical sciences, director of surgery clinic, chief of surgery unit No. 1, Novokuznetsk City Clinical Hospital No. 1 n.a. G.P. Kurbatov, Novokuznetsk, Russia.

Katasheva L.Yu., candidate of medical sciences, surgeon, surgery unit No. 4, Novokuznetsk City Clinical Hospital No. 1 n.a. G.P. Kurbatov, Novokuznetsk, Russia.

Vasilyev S.O., surgeon, surgery unit No. 5, Novokuznetsk City Clinical Hospital No. 1 n.a. G.P. Kurbatov, Novokuznetsk, Russia.

Shtofin S.G., MD, PhD, professor, chief of general surgery department, Novosibirsk State Medical University, Novosibirsk, Russia.

Address for correspondence:

Agalaryan Alexander Khachaturovich, Markovtseva St., 10, Kemerovo, Russia, 650056

E-mail: agalaryan73@mail.ru

Received 28.04.2025

Review completed 25.05.2025

Passed for printing 05.08.2025



ПРИМЕНЕНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНОГО 3D-ИМПЛАНТАТА В СОЧЕТАНИИ С ИНДУЦИРОВАННОЙ МЕМБРАНОЙ ПРИ ЛЕЧЕНИИ ОГНЕСТРЕЛЬНОГО ДИАФИЗАРНОГО ДЕФЕКТА КОСТЕЙ ГОЛЕНИ

APPLICATION OF A CUSTOM 3D IMPLANT COMBINED WITH INDUCED MEMBRANE IN THE TREATMENT OF GUNSHOT DIAPHYSEAL DEFECT OF LEG BONES

Мазитов Д.М. Mazitov D.M.
Гальцев Г.А. Galtcev G.A.
Вирко В.А. Virko V.A.

ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» Минобороны России,
СПб ГБУЗ «Госпиталь для ветеранов войн» Минздрава России,
г. Санкт-Петербург, Россия

S.M. Kirov Military Medical Academy,
Hospital for War Veterans,
St. Petersburg, Russia

Огнестрельные переломы длинных костей с обширными дефектами представляют сложную проблему в военно-полевой хирургии и травматологии.

Цель — представить клинический опыт реконструктивного лечения пациента с огнестрельным переломом костей голени, осложненным обширным дефектом костной ткани, с применением метода индуцированной биологической мембраны в сочетании с индивидуально изготовленным 3D-имплантатом.

Материалы и методы. В работе описан клинический случай реконструктивного лечения пациента с открытым огнестрельным переломом костей голени, осложненным обширным дефектом костной ткани. Хирургическое вмешательство проводилось этапно, с применением метода индуцированной мембраны в сочетании с индивидуально спроектированным 3D-имплантатом. Оценка отдаленных результатов лечения выполнена через 18 месяцев после оперативного вмешательства. Для объективной оценки функциональных исходов применялись валидизированные клинические шкалы LEFS (Lower Extremity Functional Scale) и AOFAS (American Orthopaedic Foot and Ankle Society Score). Инструментальная диагностика включала рентгенографию и мультисрезовую компьютерную томографию.

Результаты. Приведенный клинический пример демонстрирует успешное лечение пациента с огнестрельным дефектом костей голени. Использование индуцированной мембраны в сочетании с индивидуальным диафизарным 3D-имплантатом способствовало раннему восстановлению функции конечности и снижению риска послеоперационных осложнений.

Заключение. Метод индуцированной мембраны в сочетании с 3D-печатными биоматериалами эффективен при лечении костных дефектов, особенно огнестрельного происхождения. Мембрана стимулирует ангиогенез и остеогенез, снижает риск инфекций и обеспечивает стабильную

Gunshot fractures of long bones with extensive defects present a significant challenge in military field surgery and traumatology.

Objective — to present the clinical experience of reconstructive treatment of a patient with a gunshot fracture of the leg bones complicated by an extensive bone defect, using the induced biological membrane technique in combination with a custom-made 3D implant.

Materials and methods. This work describes a clinical case of reconstructive treatment of the patient with an open gunshot fracture of the leg bones complicated by an extensive bone defect. The surgical intervention was performed in stages using the induced membrane technique in combination with the custom-designed 3D implant. The evaluation of long-term treatment outcomes was conducted 18 months after the surgery. Validated clinical scales, including the Lower Extremity Functional Scale (LEFS) and the American Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS) score, were used for objective assessment of functional outcomes. Instrumental diagnostics included radiography and multislice computed tomography.

Results. The presented clinical case demonstrates the successful treatment of the patient with a gunshot-induced defect of the tibial bones. The use of the induced membrane technique in combination with the custom-made 3D diaphyseal implant contributed to the early restoration of limb function and reduced the risk of postoperative complications.

Conclusion. The induced membrane technique combined with 3D-printed biomaterials is effective for treating bone defects, particularly those of gunshot origin. The membrane stimulates angiogenesis and osteogenesis, reduces the risk of infection, and ensures stable osseointegration.



Для цитирования: Мазитов Д.М., Гальцев Г.А., Вирко В.А. ПРИМЕНЕНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНОГО 3D-ИМПЛАНТАТА В СОЧЕТАНИИ С ИНДУЦИРОВАННОЙ МЕМБРАНОЙ ПРИ ЛЕЧЕНИИ ОГНЕСТРЕЛЬНОГО ДИАФИЗАРНОГО ДЕФЕКТА КОСТЕЙ ГОЛЕНИ //ПОЛИТРАВМА / POLYTRAUMA. 2025. № 3. С. 95-100.

Режим доступа: <http://poly-trauma.ru/index.php/pt/article/view/592>

DOI: 10.24412/1819-1495-2025-3-95-100

остеоинтеграцию имплантатов, что особенно важно при обширных повреждениях длинных костей.

Ключевые слова: огнестрельные переломы; трехмерная печать; индуцированная мембрана; клинический случай; имплантат

gration of the implant, which is especially important for extensive long bone injuries.

Keywords: gunshot fractures; 3D printing; induced membrane; clinical case; implant

Лечение пациентов с огнестрельными переломами длинных костей, сопровождающимися обширными костными дефектами, остается одной из наиболее сложных задач современной травматологии и военно-полевой хирургии. В последние десятилетия частота повреждений конечностей при военных конфликтах превышает 60–70 % и остается на высоком уровне, без тенденции к снижению. Травмы нижних конечностей, обусловленные значительным числом ранений от минно-взрывных устройств, встречаются примерно вдвое чаще, чем повреждения верхних конечностей [1].

Основные клинические трудности при лечении огнестрельных переломов обусловлены несколькими факторами. Во-первых, высокая степень микробной контаминации раневого канала вследствие попадания частиц почвы, элементов одежды и фрагментов ранящего снаряда создает значительный риск инфекционных осложнений [2]. Во-вторых, обширное повреждение мягких тканей формирует дополнительные входные ворота для инфекции. В-третьих, объективные трудности своевременной эвакуации с поля боя приводят к задержке первичной хирургической обработки, что усугубляет прогноз [3, 4].

Традиционными методами замещения костных дефектов длинных костей являются трансплантация аутокости и несвободная костная пластика по Илизарову, однако они имеют ряд недостатков. Ауто-трансплантация сопровождается дополнительной травмой донорской зоны, ограничением объема пластического материала, риском резорбции трансплантата и увеличением времени операции, что снижает эффективность и безопасность метода [5, 6]. Второй вариант требует длительного лечения в аппарате внешней фиксации и проведения множества дополнительных оперативных вмешательств. В связи с этим возникает необходимость

поиска альтернативных решений [3, 7].

В этом контексте особый интерес представляют современные технологии индивидуального 3D-протезирования, которые уже доказали свою эффективность в челюстно-лицевой хирургии, нейрохирургии и ортопедической онкологии [8]. Перспективным направлением является комбинация аддитивных технологий с методом индуцированной мембраны по Masquelet [6, 9]. Применение индуцированной костной мембраны впервые подробно описано французским хирургом в начале 2000-х годов, она позволяет создать оптимальные условия для регенерации, стимулируя ангиогенез и остеогенез даже в условиях выраженного воспалительного процесса [9, 10]. В представленном клиническом случае рассматривается опыт успешного применения индивидуального 3D-имплантата в комбинации с техникой индуцированной мембраны при лечении военнослужащего с обширным диафизарным дефектом костей голени огнестрельного генеза. Данный опыт может быть полезен для разработки оптимальных алгоритмов лечения аналогичных повреждений в условиях как военной, так и гражданской хирургии [8, 9, 11].

Клиническое наблюдение описано с соблюдением этических норм Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» и «Правил клинической практики в Российской Федерации», утвержденных приказом Минздрава РФ от 19.06.2003 г. № 266. От пациента получено добровольное информированное согласие на публикацию в открытой печати его медицинских данных.

КЛИНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ

Пациент Т.Д., согласно представленной первичной медицинской документации, 19.06.2023 получил травму в результате минно-взрыв-

ного ранения, был госпитализирован в стационар, где диагностировано минно-взрывное ранение, осколочное ранение мягких тканей левой голени с многооскольчатый переломом костей левой голени в средней-нижней трети, дефектом мягких тканей, дефектом костной ткани. Выполнены первичная хирургическая обработка раны левой голени, внеочаговый остеосинтез костей левой голени аппаратом комплекта стержневого военно-полевого.

Пациент 03.08.2023 санитарным транспортом переведен в СПб ГБУЗ «Госпиталь для ветеранов войн», где проведено клиническое обследование. Диагностирована рана средней трети левой голени с обширным дефектом мягких тканей по передней поверхности с признаками воспаления, в ране визуализировались концы отломков большеберцовой и малоберцовой костей. Отмечалось ограничение функции конечности. Пульсация в дистальных отделах стопы сохранена. Чувствительность не нарушена. По результатам выполненного рентгенографического исследования определен оскольчатый перелом костей левой голени в средней трети с выраженным костным дефектом. Повреждение классифицировано как тип IIIB согласно классификации открытых переломов Gustilo-Anderson. Тяжесть травмы по шкале AIS (Abbreviated Injury Scale) составила 4 балла.

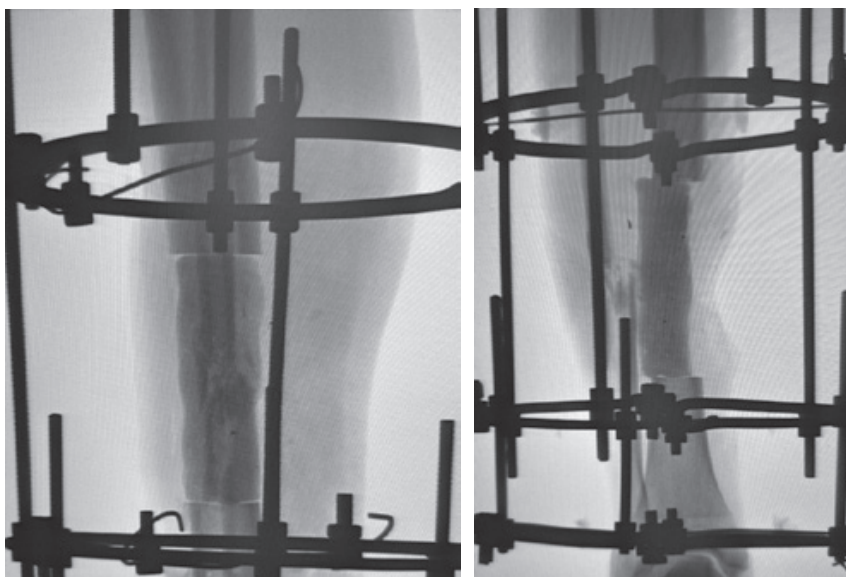
03.08.2023 произведена хирургическая обработка раны, некро-секвестрэктомия, адаптирующая резекция костных отломков и санация инфекционного очага. В костный дефект установлен антибактериальный цементный спейсер. Закрывание мягкотканного дефекта выполнено перемещенным лоскутом. Для восстановления правильной оси и длины конечности выполнена внеочаговая чрескостная фиксация с использованием спице-стержневого аппарата. Дефект большеберцовой кости составил 10 см (рис. 1).

На фоне удовлетворительного состояния после первого этапа оперативного лечения была проведена ранняя активизация пациента с последующим наблюдением. Пациенту было предложено продолжить лечение в аппарате Илизарова, от чего он категорически отказался, поэтому выбран альтернативный вариант лечения — замещение костного дефекта с помощью индивидуального 3D-имплантата. Все риски разъяснены в доступной форме, получено согласие на операцию. Выполнена компьютерная томография (КТ) нижних конечностей, по результатам КТ напечатана 3D-модель изделия. Получен имплантат ячеистой структуры для улучшенной остеоинтеграции, глубиной 2 мм (рис. 2, 3). Материал имплантата — Ti-6-Al-4-V (ГОСТ Р ISO 5832-3), размеры: $10,2 \times 2,2-2,5$ см, со сквозным отверстием $D = 12$ мм.

По истечении сроков для необходимого образования мембраны Masquelet, после заживления мягких тканей и при компенсации лабораторных показателей 04.09.2023 выполнен демонтаж аппарата Илизарова, удаление цементного спейсера (рис. 4), по направлению выполнена резекция замыкательных пластинок концов большеберцовой кости (рис. 5) и установка диафизарного 3D-имплантата, с последующим остеосинтезом с помощью интрамедуллярного стержня (рис. 6, рис. 7). Раны ушиты, и выполнено дренирование по Редону.

Рисунок 1. Рентгенография костей голени после завершения начального этапа операции

Figure 1. Radiograph of the leg bones after completion of the initial stage of surgery



**Рисунок 2
Общий вид имплантата**

**Figure 2
General view of the implant**

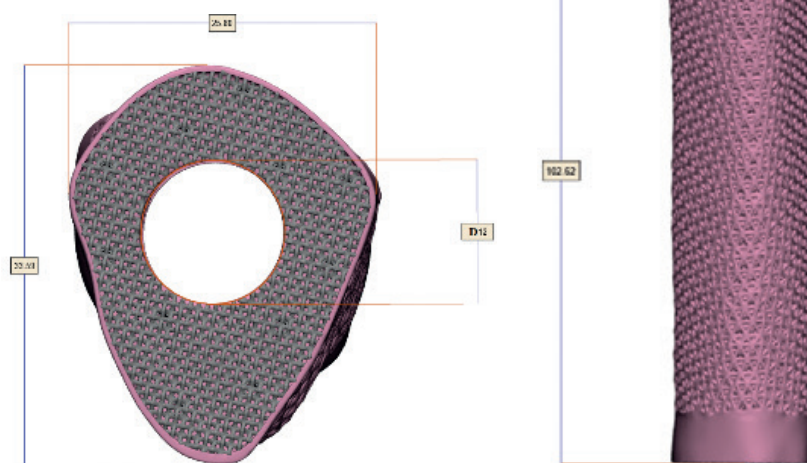


Рисунок 3

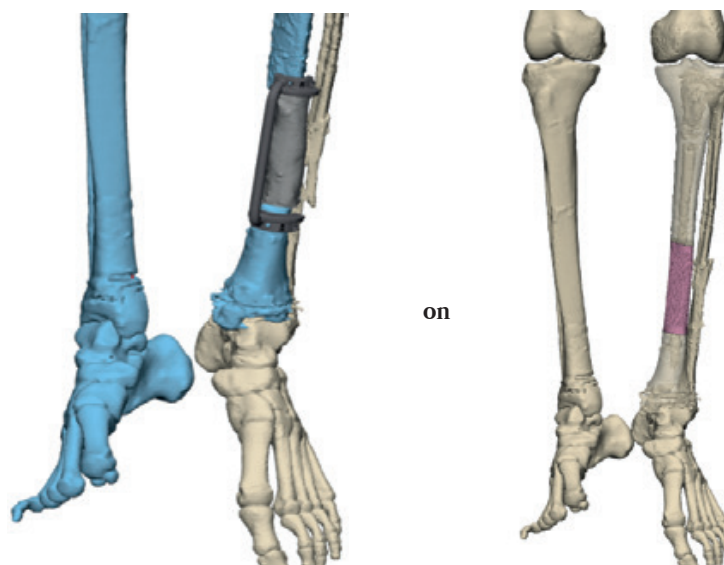
Шаблон для резекции на анатомической модели.

Установленный имплантат на резецированной анатомической модели

Figure 3.

Resection template the anatomical model.

Implanted device positioned on the resected anatomical model



Послеоперационный период протекал без развития осложнений. Рана зажила первичным натяжением. В последующем пациент находился под динамическим наблюдением травматолога в амбулаторных условиях по месту службы, где ему проводились плановые перевязки, курс лечебной физкультуры и физиотерапевтическое лечение.

При контрольном осмотре, проведенном 20.03.2025 (через 18 месяцев после операции), отмечена выраженная периостальная реакция по контуру имплантата и формирование синостоза с малоберцовой костью. Признаков резорбции костной ткани в зоне контакта с имплантатом не выявлено. Объективных признаков расшатывания конструкции и нарушений стабильности не наблюдается (рис. 8). На момент осмотра конечность сохранена, полноценно участвует в опоре и обеспечивает функциональную нагрузку. Пациент ходит с полной нагрузкой на конечность, без помощи дополнительной опоры.

По результатам клинической оценки через 18 месяцев после вмешательства достигнут функционально удовлетворительный результат: 57 баллов по шкале LEFS (Lower Extremity Functional Scale) и 62 балла по шкале AOFAS (American Orthopaedic Foot and Ankle Society Score).

ОБСУЖДЕНИЕ

Современные технологии персонализированной медицины, такие как 3D-моделирование и аддитивная печать, открывают новые горизонты в лечении сложных костных дефектов, обеспечивая создание высокоточных анатомических моделей и индивидуализированных имплантатов [7, 12, 13]. В представленном клиническом случае комбинация метода индуцированной мембраны Masquelet с 3D-печатным титановым имплантатом продемонстрировала высокую эффективность при лечении обширного огнестрельного дефекта костей голени. Данный подход позволил достичь точного анатомического соответствия имплантата, стимулировать ангиогенез и остеогенез, а также минимизировать риск инфекционных осложнений, что

Рисунок 4
Интраоперационное фото.
Удаленный цементный спейсер
Figure 4
Intraoperative photo. Explanted
cement spacer



Рисунок 6
Интраоперационное фото.
Установленный 3D-имплантат
в ране
Figure 6
Intraoperative photo. The 3D
implant was placed in the wound

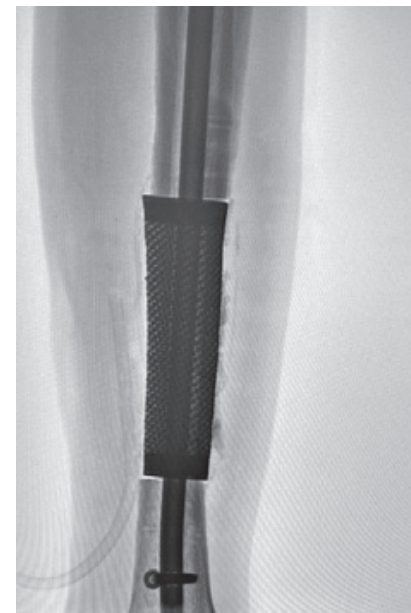


подтверждается положительными функциональными результатами в ранние сроки реабилитации. Использование индуцированной мембраны в сочетании с аддитивными материалами создает оптимальные условия для регенерации костной ткани: мембрана не только обеспечивает биологический барьер, но и способствует остеоинтеграции,

Рисунок 5
Интраоперационное фото.
Установлен направитель для
резекции концов большеберцовой
кости
Figure 5
Intraoperative photo. A resection
guide for the tibial bone ends was
installed



Рисунок 7
Рентенограмма костей голени
после установки 3D-имплантата
Figure 7
Postoperative radiograph after
placement of the 3D implant



уменьшая вероятность инфекционных осложнений. Это особенно важно при лечении огнестрельных повреждений, где высокая микробная контаминация и обширные дефекты требуют комплексного подхода [14, 15].

Перспективы метода связаны с дальнейшим развитием 3D-технологий, включая совершенствование

биосовместимых материалов и разработку инструментов для 3D-био-печати. Интеграция персонализированного подхода в клиническую практику не только повышает качество хирургических результатов, но и сокращает сроки реабилитации, что делает его ключевым элементом в лечении боевых травм опорно-двигательного аппарата. Таким образом, комбинированное применение биологических и аддитивных технологий представляет собой перспективное направление в реконструктивной хирургии, сочетающее инновации и доказанную клиническую эффективность [16, 17].

Проведенное нами этапное реконструктивное лечение пациента с переломом костей голени обеспечило восстановление анатомической целостности сегмента и устойчивость к продольным, ротационным и сгибающим нагрузкам. Эти результаты указывают на потенциальную эффективность и обнадеживающие перспективы использования замещения костных дефектов длинных костей с помощью комбинированной методики использования 3D-напечатанных имплантатов и метода индуцированной мембраны, обеспечивая пациентам возможность ходить с частичной нагрузкой без необходимости использования аппаратов внешней фиксации и связанных с ними неудобств.

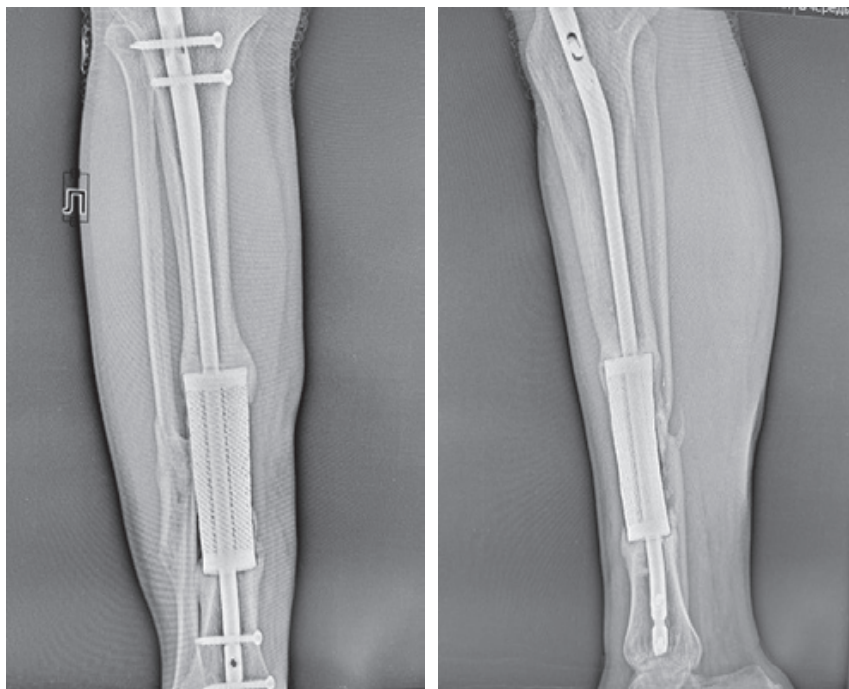
Несмотря на незначительный срок наблюдения, наши данные подтверждают потенциал этих методов для раннего функционального восстановления и, как следствие, для возвращения к активной, полноценной жизни. Однако требуется проведение дальнейших

Рисунок 8

Рентгенограммы костей голени через 18 месяцев

Figure 8

Radiographs of the lower leg bones at 18 months



исследований с более длительным периодом наблюдения и большими выборками пациентов, чтобы в полной мере оценить эффективность и долгосрочные исходы такого лечения. Наш опыт также подчеркивает важность индивидуального подхода к пациентам с огнестрельными ранами и костными дефектами, а также возможности использования инновационных технологий, таких как 3D-напечатанные трансплантаты, для улучшения качества лечения и комфорта пациентов [9, 18].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Метод индуцированной мембраны в сочетании с 3D-печатными биоматериалами эффективен при

лечении костных дефектов, особенно огнестрельного происхождения. Мембрана стимулирует ангиогенез и остеогенез, снижает риск инфекций и обеспечивает стабильную остеоинтеграцию имплантатов, что особенно важно при обширных повреждениях длинных костей.

Информация о финансировании и конфликте интересов

Исследование не имело спонсорской поддержки. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтных интересов, связанных с публикацией данной статьи.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Shapovalov VM. Combat damages of extremities: infrastructure of wounds and features of patients' condition in period of local wars. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2006; (2): 301-302. Russian (Шаповалов В.М. Боевые повреждения конечностей: инфраструктура ранений и особенностей состояния раненых в период локальных войн // Травматология и ортопедия России. 2006. № 2. С. 301-302.)
- Stewart L, Shaikh F, Bradley W, Lu D, Blyth DM, Petfield JL, et al. Combat-related extremity wounds: injury factors predicting early onset infections. *Mil Med*. 2019;184(Suppl1):83-91. DOI: 10.1093/milmed/usy336.
- Khominets VV, Shchukin AV, Mikhailov SV, Foos IV. Features of consecutive osteosynthesis in treatment of patients with gunshot fractures of long bones of the extremities. *Polytrauma*. 2017; (3):12-22. (Хоминец В.В., Щукин А.В., Михайлов С.В., Фоос И.В. Особенности лечения раненых с огнестрельными переломами длинных костей конечностей методом последовательного внутреннего остеосинтеза // Политравма. 2017. №3. С. 12-22.)
- Military field surgery: national guidelines. Ed. by I.M. Samokhvalov. 2nd ed., revised and expanded. Moscow: GEOTAR-Media, 2024. 1056 p. Russian (Военно-полевая хирургия. Национальное руководство / под ред. И. М. Самохвалова. 2-е изд., перераб. и доп. Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2024. 1056 с. ISBN 978-5-9704-8036-6.)
- Khominets VV, Shapovalov VM, Mikhailov SV, Brizhan LK. Treatment of patients with wounded limbs in wars and armed conflicts: monograph. St. Petersburg: Historical illustration, 2021. 304 p. Russian

- (Хоминец В. В., Шаповалов В.М., Михайлов С.В., Брижань Л. К. Лечение раненных в конечности в войнах и вооруженных конфликтах: монография. Санкт-Петербург: Историческая иллюстрация, 2021. 304 с.)
6. Davirov ShM, Urinboev PU. Repair of open humerus fracture and extensive bone defect using bone grafting (case report). *Genius of Orthopedics*. 2022; 28(1):91-96. DOI:10.18019/1028-4427-2022-28-1-91-96. Russian (Давиров Ш.М., Уринбоев П.У. Лечение пациента с открытым переломом плечевой кости с обширным дефектом костной ткани с использованием костной пластики (случай из практики) // Гений ортопедии. 2022. Т. 28, № 1. С. 91-96. . DOI:10.18019/1028-4427-2022-28-1-91-96.)
 7. Bordakov VN, Bordakov PV. Modern approach to treatment of long bone defects. *MIA medical bulletin*. 2018;3(94):19-22. Russian (Бордаков В. Н., Бордаков П. В. Современный подход в лечении дефектов длинных костей // Медицинский вестник МВД. 2018. № 3 (94). С. 19-22.)
 8. Popkov AV, Kononovich NA, Gorbach EN, Popkov DA. Efficiency of 3D implants with bioactive properties for treatment of extensive bone defects: experimental study. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2021;27(1):37-52. Russian (Попков А.В., Кононович Н.А., Горбач Е.Н., Попков Д.А. Эффективность использования 3D-имплантатов с биоактивными свойствами для замещения обширных дефектов костей: экспериментальное исследование // Травматология и ортопедия России. 2021. Т.27, № 1. С. 37-52. DOI: 10.21823/2311-2905-2021-27-1-37-52.)
 9. Alford AI, Nicolaou D, Hake M, McBride-Gagyi S. Masquelet's induced membrane technique: review of current concepts and future directions. *J Orthop Res*. 2021;39(4):707-718. DOI: 10.1002/jor.24978.
 10. Yeganeh A, Amiri S, Otoukesh B, Moghtadaei M, Sarreshtedari S, Daneshmand S, et al. Characteristic features and outcomes of open gunshot fractures of long-bones with gustilo grade 3: a retrospective study. *Arch Bone Jt Surg*. 2022;10(5):453-458.
 11. Long WT, Brien EW, Boucree JBJr, Filler B, Stark HH, Dorr LD. Management of civilian gunshot injuries to the hip. *Orthop Clin North Am*. 1995;26(1):123-131. PMID: 7838492.
 12. Kumar M, Khatri JP, Singh CM. High velocity gunshot fractures of humerus: results of primary plate osteosynthesis. *Indian J Orthop*. 2020;55(3):714-722. DOI: 10.1007/s43465-020-00299-w.
 13. Tosti R, Rehman S. Surgical management principles of gunshot-related fractures. *Orthop Clin North Am*. 2013;44(4):529-540. DOI: 10.1016/j.ocl.2013.06.006.
 14. Brown T, Gaburak P, Hwang J. Outpatient treatment guidelines of gunshot wound to the hand and wrist resulting in an open fracture: case report. *Cureus*. 2022;14(11):e31130. DOI: 10.7759/cureus.31130.
 15. Nikolenko MI, Babich AA, Gritsyuk LK, Brizhan MI, Lukomsky MM. Treatment of gunshot defects of long bones of the lower extremities. *Bulletin of Traumatology and Orthopedics named after N. N. Priorov*. 2007; (2):64-70. (Николенко М.И. Бабич, А.А. Грицюк, Л.К. Брижань М.И. Лукомский М. М. Лечение огнестрельных дефектов длинных костей нижних конечностей // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2007. № 2. С. 64-70.)
 16. Nicholson JA, Makaram N, Simpson A, Keating JF. Fracture nonunion in long bones: a literature review of risk factors and surgical management. *Injury*. 2021;52(Suppl 2):S3-S11.
 17. Freeark RJ, Graivier L, Briney W, Ott R. Gunshot fractures. *Q Bull Northwest Univ Med Sch*. 1961; 35(4):305-310. PMID: 13894845; PMCID: PMC3803901.
 18. Fowler J, Macintyre N, Rehman S, Gaughan JP, Leslie S. The importance of surgical sequence in the treatment of lower extremity injuries with concomitant vascular injury: a meta-analysis. *Injury*. 2009;40(1):72-76. DOI: 10.1016/j.injury.2008.08.043.

Сведения об авторах:

Мазитов Д.М., оператор научной роты Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова, г. Санкт-Петербург, Россия. <https://orcid.org/0009-0001-7729-9106>

Гальцев Г.А., заведующий отделением травматологии и ортопедии СПб ГБУЗ «Госпиталь для ветеранов войн» Минздрава России, г. Санкт-Петербург, Россия. <https://orcid.org/0009-0000-6168-5160>

Вирко В.А., младший научный сотрудник Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова, г. Санкт-Петербург, Россия. <https://orcid.org/0009-0001-6101-476X>

Адрес для переписки:

Вирко Виктор Андреевич, ул. Академика Лебедева, д. 6, г. Санкт-Петербург, Россия, 194044
Тел: +7 (981) 046-26-43
E-mail: virko-viktor@mail.ru

Статья поступила в редакцию 28.04.2025

Рецензирование пройдено 25.05.2025

Подписано в печать 05.08.2025

Information about authors:

Mazitov D.M., operator of scientific squad, S.M. Kirov Military Medical Academy, Saint Petersburg, Russia. <https://orcid.org/0009-0001-7729-9106>

Galtcev G.A., chief of traumatology and orthopedics unit, Hospital for War Veterans, Saint Petersburg, Russia. <https://orcid.org/0009-0000-6168-5160>

Virko V.A., researcher, S.M. Kirov Military Medical Academy, Saint Petersburg, Russia. <https://orcid.org/0009-0001-6101-476X>

Address for correspondence:

Virko Viktor Andreevich, Academica Lebedeva St., 6, Saint Petersburg, Russia, 194044
Tel: +7 (981) 046-26-43
E-mail: virko-viktor@mail.ru

Received 28.04.2025

Review completed 25.05.2025

Passed for printing 05.08.2025

ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ ПАЦИЕНТОВ С ОТДАЛЕННЫМИ ПОСЛЕДСТВИЯМИ ПЕЛЬВИОАБДОМИНАЛЬНЫХ РАНЕНИЙ: СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ

SURGICAL TREATMENT OF PATIENTS WITH LONG-TERM CONSEQUENCES OF PELVIABDOMINAL INJURIES: CURRENT STATE OF THE PROBLEM AND POSSIBLE SOLUTIONS

**Балюра О.В. Eselevich R.V.
Еселевич Р.В. Rummyantsev V.N.
Румянцев В.Н. Shulgin N.M.
Шульгин Н.М. Von V.V.
Вон В.В. Asoskova L.O.
Асоскова Л.О. Isentemirov R.R.
Исентемиров Р.Р. Girsh A.O.
Гирш А.О. Surov D.A.
Суров Д.А.**

ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» Минобороны России,
г. Санкт-Петербург, Россия,

ФГБОУ ВО «Омский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения,
г. Омск, Россия

Цель — сформировать современное представление о проблемах реконструктивно-восстановительной хирургии на передней брюшной стенке (ПБС) и толстой кишке у пациентов с последствиями пельвиоабдоминальных ранений, оценить возможность и целесообразность выполнения симультанных вмешательств.

Материалы и методы. Проведен анализ доступной специальной литературы, научных и научно-исследовательских работ, посвященных актуальным принципам лечения послеоперационных вентральных грыж (ПОВГ) и восстановления непрерывности толстой кишки (ВНТК). Поиск публикаций выполнялся в базах данных научного цитирования (Elibrary, PubMed, Google Scholar, Scopus), в результате чего изучено 48 источников, удовлетворяющих требованиям поиска.

Результаты. В ходе анализа литературы установлено, что всесторонний подход к обследованию и лечению пациентов с кишечными стомами и ПОВГ должен основываться на исчерпывающей подготовке к операции, адекватной оценке всех факторов риска симультанного вмешательства. Решение о возможности выполнения данных операций необходимо рассматривать индивидуально для каждого пациента.

Заключение. Комплексный подход к обследованию и лечению пациентов с кишечными стомами и большими ПОВГ должен основываться на тщательной подготовке к операции и адекватной оценке всех факторов риска вмешательств. ВНТК и герниопластика при больших и гигантских ПОВГ как самостоятельные операции относятся к сложным оперативным вмешательствам. Решение о возможности проведения таких операций необходимо принимать индивидуально для каждого конкретного пациента, руководствуясь степенью подготовки хирургической и анестезиологической бригад. Необходимо проведение дальнейших исследований, направ-

Objective — to form a modern understanding of the problems of reconstructive surgery of the anterior abdominal wall (AAW) and colon in patients with consequences of pelviabdominal injuries, and to assess the feasibility and appropriateness of performing simultaneous interventions.

Materials and methods. The article presents an analysis of available specialized literature, scientific and research works dedicated to the current principles of treatment of postoperative ventral hernias (PVH) and restoration of colon continuity (RCC). The search for publications was conducted in scientific citation databases (Elibrary, PubMed, Google Scholar, Scopus), resulting in the review of 48 sources that met the search criteria.

Results. The literature analysis revealed that a comprehensive approach to the examination and treatment of patients with intestinal stomas and PVH should be based on thorough preoperative preparation and adequate assessment of all risk factors for simultaneous intervention. The decision on the feasibility of performing these operations must be considered individually for each patient.

Conclusion. A comprehensive approach to the examination and treatment of patients with intestinal stomas and large postoperative ventral hernias should be based on thorough preoperative preparation and adequate assessment of all risk factors associated with interventions. Restoration of colon continuity and hernioplasty for large and giant PVH, as independent procedures, are considered complex surgical interventions. The decision to perform such operations must be made individually for each specific patient, guided by the readiness of the surgical and anesthesiology teams. Further research is needed to improve the

Для цитирования: Балюра О.В., Еселевич Р.В., Румянцев В.Н., Шульгин Н.М., Вон В.В., Асоскова Л.О., Исентемиров Р.Р., Гирш А.О., Суров Д.А. ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ ПАЦИЕНТОВ С ОТДАЛЕННЫМИ ПОСЛЕДСТВИЯМИ ПЕЛЬВИОАБДОМИНАЛЬНЫХ РАНЕНИЙ: СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ //ПОЛИТРАВМА / POLYTRAUMA. 2025. № 3. С. 101-108.

Режим доступа: <http://poly-trauma.ru/index.php/pt/article/view/612>

DOI: 10.24412/1819-1495-2025-3-101-108

ленных на улучшение результатов реконструктивно-восстановительных операций у пациентов с последствиями пельвиоабдоминальных ранений, а также изучение возможности безопасного выполнения симультанных вмешательств у данной категории больных.

Ключевые слова: послеоперационная вентральная грыжа; лапаростома; кишечная стома; внутрибрюшное давление; реконструктивно-восстановительная хирургия; симультанные вмешательства; пельвиоабдоминальные ранения

outcomes of reconstructive surgeries in patients with consequences of pelviabdominal injuries, as well as to study the feasibility and safety of performing simultaneous interventions in this patient category.

Keywords: postoperative ventral hernia; laparostomy; intestinal stoma; intra-abdominal pressure; reconstructive surgery; simultaneous interventions; pelviabdominal injuries

В современных локальных конфликтах частота ранений живота и таза остается высокой: от 4 % [1] в операциях на Северном Кавказе до 17 % [2] в Иракской кампании НАТО. При этом около 68 % таких ранений связаны с повреждениями желудочно-кишечного тракта (ЖКТ), а среди умерших доля подобных повреждений достигает 80 % [3]. Наиболее часто встречаются огнестрельные ранения толстой кишки, которые составляют от 17 до 23 % [2], а в некоторых конфликтах — до 50–70 % всех пельвиоабдоминальных ранений [4].

Высокая частота повреждений толстой кишки во многом обуславливает необходимость формирования кишечных стом у значительной части пациентов [5]. При деструктивных ранениях ободочной (более 1/3 окружности) и прямой кишки (более 1/4 окружности), как правило, выполняются их обструктивные резекции с формированием колостомы, что в дальнейшем требует выполнения реконструктивных вмешательств на толстой кишке. Необходимо подчеркнуть, что колостома у 35–42 % больных является источником развития различных осложнений (гнойно-септических, парастомальных грыж и др.), которые требуют хирургической коррекции [6].

В настоящее время тактика оказания помощи при пельвиоабдоминальных ранениях основана на принципах многоэтапного хирургического лечения (МХЛ) в рамках многокомпонентной концепции контроля повреждений [7]. Одним из элементов данной концепции, как известно, является временное закрытие брюшной полости (лапаростома), которая реализуется различными методиками (мешок Боготы, вакуум-ассистированная повязка, ушивания кожи (skin graft) и др.) [8]. Несмотря на доказанную эффективность, применение лапаро-

стомии, вне зависимости от технического ее исполнения, в значительном количестве наблюдений приводит к невозможности последующего послойного закрытия брюшной полости и восстановления анатомической целостности компартментов (слоев) передней брюшной стенки (ПБС). Следствием МХЛ и широкого, зачастую недостаточно обоснованного, применения технологии временного закрытия брюшной полости является развитие послеоперационных вентральных грыж (ПОВГ), которые регистрируются, по данным некоторых авторов, у 55 % больных [9, 10].

ПОВГ и кишечные стомы являются наиболее часто встречающимися и клинически значимыми последствиями пельвиоабдоминальных ранений, которые требуют выполнения сложных реконструктивно-восстановительных вмешательств, направленных на воссоздание исходных анатомо-функциональных соотношений. Необходимо подчеркнуть бесспорное высокое медико-социальное значение проблемы, успешное решение которой является важной задачей социальной и трудовой реабилитации данной категории пациентов [10].

С учетом масштабов хирургической составляющей проблемы медико-социальной реабилитации пациентов с последствиями пельвиоабдоминальных ранений (этапность, длительность, периоперационные риски и др.) возможным перспективным тактическим подходом ее решения, по мнению некоторых авторов, является одномоментное восстановление восстановления непрерывности толстой кишки (ВНТК) и устранение ПОВГ [5, 9, 11, 12].

Хирургические аспекты восстановления непрерывности толстой кишки

Частота формирования кишечных стом при экстренных вмеша-

тельствах на органах брюшной полости составляет около 50 % [13], а после пельвиоабдоминальных ранений может достигать до 75 % [14]. При этом, несмотря на значительное количество исследований, посвященных проблеме восстановительной хирургии ЖКТ, большинство авторов отмечает значительную техническую сложность данных оперативных вмешательств.

Наиболее значимыми и дискуссионными составляющими проблемы ВНТК являются определение сроков выполнения оперативного вмешательства, коррекция клинически значимых фоновых патологических состояний и подготовка больного к операции, а также ее технические аспекты (выбор оперативного доступа, способа формирования анастомоза и др.). Очевидно, что эффективное решение частных задач восстановительной хирургии толстой кишки во многом определяет ее непосредственные результаты (частоту и тяжесть послеоперационных осложнений, послеоперационную летальность). В этой связи необходимо подчеркнуть, что частота только гнойно-септических осложнений после таких вмешательств может достигать 44 %, а послеоперационная летальность, по данным некоторых авторов, — 10–15 % [15, 16].

В настоящее время оптимальным сроком для выполнения реконструктивных операций, по данным литературы, считается 3 месяца после первичного вмешательства [17], однако данный критерий может существенно варьировать в зависимости от ряда факторов (клинических, медико-социальных и др.). В то же время необходимо подчеркнуть, что некоторые исследования демонстрируют отсутствие влияния хронологических рамок проведения ВНТК на частоту и тяжесть послеоперационных осложнений [18].

Более значимым фактором, определяющим исходы реконструктив-

ных вмешательств на толстой кишке, является диверсионный колит (ДК) — воспаление отключенной части кишки, закономерно развивающийся у большинства пациентов после колостомии. Наличие ДК снижает репаративный потенциал ЖКТ и повышает риски послеоперационных осложнений до 32 % [19], наиболее значимым из которых является несостоятельность анастомозов. При этом большинство авторов подчеркивает, что лучшим способом профилактики и лечения ДК является своевременное восстановление непрерывности кишки, способствующее нормализации микробиоты и физиологии кишечника [19]. Возникающее, на первый взгляд, противоречие в необходимости принятия важного тактического решения предопределяет особую роль качества предоперационной подготовки толстой кишки.

Наиболее широко распространенным подходом является механическая подготовка толстой кишки (МПТК), которая направлена на снижение бактериальной нагрузки, однако ее влияние на микробиом остается спорным. Проведенные исследования демонстрируют противоречивые результаты: от отсутствия значимого эффекта МПТК в снижении числа хирургических инфекций в послеоперационном периоде, до целенаправленной медикаментозной деконтаминации толстой кишки. В связи с этим необходимо констатировать диаметрально противоположное отношение различных хирургических школ к МПТК, целесообразность которой в настоящее время является дискуссионным вопросом, требующим проведения дальнейших исследований [20].

Одной из проблем, которая в настоящее время обсуждается на страницах периодической литературы, является выбор доступа для ВНТК. Большинство авторов отмечают, что при расположении анастомозируемых участков кишки в одной области брюшной полости следует применять парастомальный или лапароскопический доступ, в иных случаях выполнять срединную лапаротомию [21]. В то же время существует тенденция к ограничению оперативного доступа при ВНТК не только за счет более

широкого применения местного доступа, но и использования эндовидеохирургических технологий. Существенным ограничивающим фактором их применения, по мнению некоторых исследователей, может являться выраженный спаечный процесс, который после пельвиоабдоминальных ранений встречается с частотой до 30 % [22]. Принимая во внимание различную степень его выраженности, которая варьирует от наличия рыхлых спаек до плотных рубцово-спаечных сращений, авторы рекомендуют применять для объективной оценки состояния брюшной полости шкалу адгезивного процесса Н.И. Аюшиновой [23]. Необходимо подчеркнуть, что выполнение адгезиолизиса в отдельных случаях может быть достаточно трудоемким, технически сложным этапом, занимающим значительную часть времени оперативного вмешательства [24]. Кроме того, в настоящее время считается доказанным, что длительный адгезиолизис является значимым предиктором не только возникновения кишечных свищей, но и развития послеоперационных динамических нарушений проходимости тонкой кишки, которые, в свою очередь, предопределяют развитие тяжелых осложнений и повышение уровня летальности.

Наряду с изложенными выше аспектами ВНТК большое значение имеет выбор способа формирования межкишечного анастомоза. Во многом он зависит от предпочтений хирурга и специфики его опыта: одни отдают предпочтение аппаратному методу, другие — преимущественно ручному [25]. В ряде исследований было показано, что риски развития несостоятельности и стриктуры анастомозов зависят от уровня их формирования: чем ниже расположен анастомоз, тем выше риск развития осложнений. Данные обстоятельства подчеркивают важность выбора способа формирования анастомоза и качества его технической реализации. Однако стоит отметить, что при использовании циркулярных сшивающих аппаратов сужение анастомоза развивается примерно в 15 % случаев, а при формировании ручного — в 7,7 %, при этом кли-

нически значимых стриктур было меньше при использовании аппаратного метода (3,6 против 7,7 %) [26]. В колоректальной хирургии чаще применяют двухрядный анастомоз с уровнем несостоятельности 5–14 %, при этом однорядный шов также остается популярным, поскольку частота осложнений по данным различных авторов сопоставима [27].

Резюмируя изложенные выше данные литературы, следует подчеркнуть, что обоснованное и эффективное решение частных задач ВНТК у пациентов с последствиями пельвиоабдоминальных ранений предопределяет ее непосредственные результаты. В ряду наиболее значимых факторов риска с точки зрения патогенеза развития послеоперационных осложнений следует отметить выраженный рубцово-спаечный процесс в брюшной полости, предопределяющий необходимость длительного и травматичного адгезиолизиса, а также ДК, выраженность которого потенциально способна оказывать негативное влияние на динамику раневого процесса в зоне сформированного толстокишечного анастомоза. В этой связи становятся очевидными целесообразность поиска эффективных методов предоперационной диагностики и коррекции данных состояний, а также дальнейшее совершенствование подходов к ВНТК.

Актуальные подходы к диагностике и хирургическому лечению послеоперационных вентральных грыж

Хирургическое лечение ПОВГ, в первую очередь гигантских и «сложных» грыж, представляет серьезную проблему и требует комплексного мультидисциплинарного подхода, что обусловлено наличием больших дефектов ПБС и закономерной необходимостью проведения сложных реконструктивных операций [28]. При этом необходимо подчеркнуть, что, несмотря на приемлемые непосредственные результаты вмешательств (послеоперационные осложнения не превышают 10–15 %, а летальность — 0,2 % [16]), частота рецидивов грыж может достигать 60 %

[29]. Это связано с морфо-функциональными изменениями анатомических структур и биомеханики ПБС [30]. Именно это обстоятельство определяет необходимость обоснованного выбора способа реконструкции ПБС, совершенствования хирургических подходов, а также тактики подготовки больных к реконструктивным вмешательствам на ПБС.

В настоящее время для объективной оценки грыжевого дефекта и выбора адекватного способа пластики ПОВК используют компьютерную томографию (КТ). Особое значение данный метод диагностики приобретает в случаях планирования вмешательств у больных с большими и гигантскими грыжами. При этом учитывают различные показатели и индексы, среди которых наиболее часто в клинической практике используется индекс разделения компонентов (Components Separation Index — CSI). Его значение более 0,146 может указывать на необходимость выполнения сепарационной пластики. Кроме того, по данным литературы, широко применяется индекс Карбонелла, представляющий собой отношение ширины прямых мышц живота к ширине грыжевого дефекта к (Rectus to Defect Ratio — RDR). Значение данного индекса меньше 1,34 позволяет прогнозировать высокую вероятность необходимости разделения компонентов ПБС. Комплексное применение изложенных показателей, по мнению авторов, позволяет спланировать предстоящую реконструктивную операцию, обеспечить ее безопасность и создать условия для достижения удовлетворительных непосредственных и отдаленных результатов. [31].

Анализ литературы убедительно свидетельствует о том, что современные методы реконструктивной хирургии больших и гигантских грыж, включающие применение сепарационных пластик с разделением компартментов ПБС, позволяют закрывать значительные грыжевые дефекты [32]. Большинство авторов выделяют переднюю и заднюю сепарационные пластики (Transversus Abdominis Release — TAR), которые позволяют мобилизовать слои

ПБС с достоверно меньшим количеством послеоперационных осложнений со стороны раны, что наиболее характерно для TAR [33]. В ряде случаев требуется комбинация изложенных выше подходов [34]. Частичное рассечение передних листов влагалищ прямых мышц живота (Partial Releasing of Rectus Abdominis muscle — PARRA) позволяет уменьшить избыточное натяжение тканей и тем самым повысить вероятность безопасного устранения грыжевого дефекта [35]. Последние годы все большее распространение получают лапароскопические и роботические вмешательства. Однако необходимо обратить внимание, что применение данных методик у пациентов с ПОВГ, развившимися после пельвиоабдоминальных ранений, ограничено, в первую очередь, в связи выраженным рубцово-спаечным процессом вследствие перенесенных этапных хирургических вмешательств [36–38].

Несмотря на значительный ассортимент эффективных хирургических методик, приведенных выше, устранение больших, «сложных» ПОВГ в ряде случаев представляет собой трудно разрешимую задачу. В первую очередь это связано с высоким риском развития и прогрессирования интраабдоминальной гипертензии (ИАГ), которая является наиболее значимым патогенетическим фактором развития тяжелых послеоперационных осложнений.

В связи с этим особое значение приобретает необходимость предоперационной подготовки пациентов, направленной на улучшение функционального состояния структур ПБС, а также на адаптацию больного к возможному значительному повышению внутрибрюшного давления (ВБД) в послеоперационном периоде.

Одним из таких методов является применение местных миорелаксантов — введение ботулотоксина А. «Химическая сепарация» позволяет увеличить длину боковых мышц живота и тем самым уменьшить размеры грыжевого дефекта. Важно отметить, что при таком подходе значимый функциональный эффект развивается постепенно,

достигая своего пика через 4–6 недель после процедуры [39].

Альтернативным подходом к подготовке ПБС является применение прогрессивного пневмоперитонеума (ППП), заключающегося в растяжении ПБС и адаптации пациента к повышенному ВБД путем постепенного введения перед операцией в брюшную полость через установленный катетер постепенно увеличивающегося объема воздуха (до 15000 мл). Несмотря на доказанную эффективность, применение этого метода в настоящее время ограничено, как указывают некоторые авторы, значимыми рисками развития ятрогенных осложнений [40].

Поиск путей повышения безопасности и эффективности технологий подготовки ПБС к ее реконструкции привел к разработке комплекса кинезиотерапевтических процедур, которые, по мнению ряда экспертов, потенциально могут повысить функциональный потенциал структур ПБС и тем самым снизить вероятность развития ИАГ после операции. В то же время необходимо подчеркнуть, что данные о клинических результатах широкого использования данного подхода на сегодняшний день в литературе не представлены [41].

Другой известной методикой подготовки структур ПБС является их аппаратное интраоперационное механическое растяжение с использованием различных устройств (Fasciotens Abdomen). Этот подход позволяет значительно уменьшить размеры грыжевого дефекта и создать необходимые условия для его фасциального закрытия. Следует отметить, что применение данной методики ограничивается низкой доступностью специального оборудования [42].

Все изложенные выше методы подготовки пациента к оперативному вмешательству направлены на решение одной из наиболее важных задач реконструктивно-восстановительных операций при ПОВГ, связанной с профилактикой развития ИАГ и абдоминального компартмент-синдрома (АКС) в послеоперационном периоде. Необходимо подчеркнуть, что неконтролируемое повышение ВБД законо-

мерно и последовательно приводит к ИАГ с последующим развитием одноименного синдрома, в рамках которого вследствие регионарной и системной гипоперфузии развивается множественная органная дисфункция. Ее прогрессирование, как правило, лежит в основе тяжелых послеоперационных осложнений и танатогенеза у больных после выполнения операций по поводу ПОВГ [43, 44]. В этой связи особую актуальность приобретает динамический мониторинг показателей ВБД, который, по мнению авторов, наиболее эффективно реализуется с помощью системы Unometer™ Abdo-Pressure™ [45].

В целом следует подчеркнуть, что на сегодняшний день не существует общепринятых методик прогнозирования рисков развития АКС у данной категории пациентов, а их разработка, вероятно, является одним из наиболее актуальных направлений научного поиска в современной герниологии.

ОБСУЖДЕНИЕ

В структуре последствий пельвиоабдоминальных ранений, в хирургическом лечении которых в настоящее время применяется МХЛ, преобладают ПОВГ и кишечные стомы. Необходимо подчеркнуть, что систематизированных данных о частоте развития каждой из указанных патологий, равно как и о частоте их одновременного наличия у одного пациента, в доступной литературе не приводится.

В то же время, подводя итог критическому анализу лечебно-диагностических подходов к хирургическому лечению пациентов с последствиями пельвиоабдоминальных ранений, на наш взгляд, следует остановиться на некоторых моментах.

Наиболее значимыми исходными факторами риска развития осложнений после ВНТК являются выраженный рубцово-спаечный процесс в брюшной полости и ДК, патогенетический потенциал которых реализуется в результате длительно и, как правило, травматичного

адгезиолизиса, а также в процессе формирования толстокишечного анастомоза. Развивающиеся в послеоперационном периоде динамические нарушения кишечной проходимости закономерно обуславливают повышение ВБД и, соответственно, перфузионные нарушения в органах и тканях. Последнее обстоятельство во многом предопределяет, даже при условии безупречной хирургической техники, высокие риски несостоятельности сформированных анастомозов с неизбежным развитием интраабдоминальной инфекции и сепсиса [44].

Анализ причин наиболее значимых осложнений после реконструктивных операций у пациентов с ПОВГ указывает на в определенном смысле схожие механизмы их развития, в основе которых также лежит неконтролируемый рост ВБД с закономерным исходом в синдром ИАГ и множественную органную дисфункцию.

В этой связи изложенные выше определенные патогенетические параллели в развитии послеоперационных осложнений у больных с последствиями пельвиоабдоминальных ранений предопределяют необходимость поиска путей оптимизации лечебно-диагностической тактики с целью улучшения результатов лечения данной категории пациентов. Очевидно, что в случае сочетанной патологии (наличия ПОВГ и кишечной стомы) особую актуальность приобретает проблема этапной хирургической коррекции последствий применения МХЛ у раненых, следствием которой неизбежно становится существенное увеличение длительности периода нетрудоспособности пациента. Данное обстоятельство имеет важное медико-социальное значение.

Одним из возможных тактических решений данной проблемы может стать применение симультанных оперативных вмешательств, позволяющих одновременно устранить ПОВГ и выполнить ВНТК [46–48]. Однако возможность безопасной и эффективной реализа-

ции данного подхода, несмотря на его привлекательность, в свете изложенных выше патогенетических механизмов развития послеоперационных осложнений представляется неоднозначной и, очевидно, требующей дальнейшего изучения.

Возможным вектором развития данного направления реконструктивно-восстановительной хирургии последствий пельвиоабдоминальных ранений является совершенствование методов диагностики, фоновых патологических состояний, разработка подходов к их предоперационной коррекции и персонализация выбора оптимального вида оперативного вмешательства.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Комплексный подход к обследованию и лечению пациентов с кишечными стомами и большими ПОВГ должен основываться на тщательной подготовке к операции и адекватной оценке всех факторов риска вмешательств. ВНТК и герниопластика при больших и гигантских ПОВГ как самостоятельные операции относятся к сложным оперативным вмешательствам. Решение о возможности проведения таких операций необходимо принимать индивидуально для каждого конкретного пациента, руководствуясь степенью подготовки хирургической и анестезиологической бригад. Необходимо проведение дальнейших исследований, направленных на улучшение результатов реконструктивно-восстановительных операций у пациентов с последствиями пельвиоабдоминальных ранений, а также изучение возможности безопасного выполнения симультанных вмешательств у данной категории больных.

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. Sokhranov M.V. Structure and severity of gunshot wounds to the chest and abdomen in the aspect of modeling individual body armor for military personnel: abstract. Saint Petersburg, 2006. 22 p.

Russian (Сохранов М. В. Структура и тяжесть огнестрельных ранений груди и живота в аспекте моделирования средств индивидуальной бронезащиты военнослужащих: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.00.27. Санкт-Петербург, 2006. 22 с.)

2. Hornez E. Complex abdominal penetrating wounds by war missiles. French experience resulting from modern conflicts (Afghanistan, Africa): 3-rd Pan Europ. Congr. Mil. Med. Belgrad, 2014. P. 11.
3. Gumanenko EK, Boyarintsev VV, Suprun TYu, Suvorov VV. Objective assessment of the severity of combat surgical trauma. Military field surgery: national guide. Moscow: GEOTAR-Media, 2009. P. 115–135. Russian (Гуманенко Е. К., Бояринцев В. В., Супрун Т. Ю., Суворов В. В. Объективная оценка тяжести боевой хирургической травмы // Военно-полевая хирургия: национальное руководство. Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2009. С. 115–135.)
4. Efimenko NA, Lazarev VG, Fokin YuN, Zuev VK. Organization of medical care for gunshot wounds of the colon in armed conflicts. *Coloproctology*. 2008; 1(23): 26–31 Russian (Ефименко Н. А., Лазарев В. Г., Фокин Ю. Н., Зуев В. К. Организация медицинской помощи при огнестрельных ранениях толстой кишки в вооруженных конфликтах // Колопроктология. 2008. № 1(23). С. 26–31.)
5. Lebedev AG, Yartsev PA, Makedonskaya TP, Kirsanov II, Shavrina NV, Selina IE, et al. Closed abdominal trauma with intestinal injury: isolated and combined. *Surgery. Journal named after N. I. Pirogov*. 2019; (5): 82–87. Russian (Лебедев А. Г., Ярцев П. А., Македонская Т. П., Кирсанов И. И., Шаврина Н. В., Селина И. Е., и др. Закрытая травма живота с повреждением кишечника, изолированная и сочетанная // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. 2019. № 5. С. 82–87.)
6. Isokulov TU, Mirzaev AU. Dynamics of quality of life in patients with colostomy before and after surgical rehabilitation. *Bulletin of the N.I. Pirogov National Medical and Surgical Center*. 2024; 19(4): 62–67. Russian (Исокулов Т. У., Мирзаев А. У. Динамика качества жизни пациентов с колостомой до и после хирургической реабилитации // Вестник НМХЦ им. Н.И. Пирогова. 2024. Т. 19, № 4. С. 62–67.)
7. Maskin SS, Aleksandrov VV, Matyukhin VV, Parovatkina MI. Multi-stage surgical treatment of combined closed abdominal trauma: standardization of the approach. *Emergency medical care. Journal named after N.V. Sklifosovsky*. 2020; 9(4):626–638. Russian (Маскин С.С., Александров В.В., Матюхин В.В., Пароваткина М.И. Многоэтапное хирургическое лечение сочетанной закрытой травмы живота: стандартизация подхода // Неотложная медицинская помощь. Журнал им. Н.В. Склифосовского. 2020. Т. 9, № 4. С. 626–638.)
8. Duchesne J, Inaba K, Ali Khan M. Damage control in trauma care. An evolving comprehensive team approach. Switzerland: Springer International Publishing, 2018. 287 p.
9. Cheng H, Rupprecht F, Jackson D, Berg T, Seelig MH. Decision analysis model of incisional hernia after open abdominal surgery. *Hernia*. 2007. 11(2):129–137.
10. Egiev VN, Kuliev SA, Evsyukova IV. Assessment of the quality of life of patients after component separation for midline hernias. *Moscow Surgical Journal*. 2018; (2): 18–23. Russian (Егиев В. Н., Кулиев С. А., Евсюкова И. В. Оценка качества жизни пациентов после сепарационных пластик при срединных грыжах // Московский хирургический журнал. 2018. № 2(60). С. 18–23.)
11. Gerbaly OYu, Kosenko AV. Simultaneous interventions in patients with complicated forms of postoperative ventral hernias and deformities of the anterior abdominal wall. *Kuban Scientific Medical Bulletin*. 2019; 26(1): 88–93. Russian (Гербали О. Ю., Косенко А. В. Симультантные вмешательства у больных с осложненными формами послеоперационных вентральных грыж и деформаций передней брюшной стенки // Кубанский научный медицинский вестник. 2019. Т. 26, № 1. С. 88–93.)
12. Toktogulov OZh, Kalybekov TN, Chapyev MB, Toktosunov AS, Osmonov TZh, Adiev TK. Simultaneous operations for ventral hernias in elderly and senile patients. *Scientific Review. Medical Sciences*. 2023; (3): 40–45. Russian (Токтогулов О. Ж., Калыбеков Т. Н., Чапыев М. Б., Токтосуннов А. С., Осмонов Т. Ж., Адиев Т. К. Симультантные операции при вентральных грыжах у больных пожилого и старческого возраста // Научное обозрение. Медицинские науки. 2023. № 3. С. 40–45.)
13. Sopuev AA, Sydykov NZh, Isaev DK, Mambetov AK, Murzakalykov KI. Comparative characteristics of the effectiveness of various colostomies. *Modern Problems of Science and Education*. 2019; (2): 103. Russian (Сопуев А. А., Сыдыков Н. Ж., Исаев Д. К., Мамбетов А. К., Мурзакалыков К. И. Сравнительная характеристика действенности различных колостом // Современные проблемы науки и образования. 2019. № 2. С. 103.)
14. Steele SR, Wolcott KE, Mullenix PS. Colon and rectal injuries during Operation Iraqi Freedom: are there any changing trends in management or outcome? *Dis. Colon Rectum*. 2007. 50(6):870–877.
15. Polovinkin VV, Igolkin AN, Pryn PS, Khalafyan AA. Results of reconstructive surgeries with formation of low colorectal anastomoses after obstructive resections of the rectum. *Surgery. Journal named after N.I. Pirogov*. 2022; (1): 39–49. Russian (Половинкин В. В., Иголкин А. Н., Прынь П. С., Халафян А. А. Результаты реконструктивно-восстановительных операций с формированием низких колоректальных анастомозов после обструктивных резекций прямой кишки // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. 2022. № 1. С. 39–49.)
16. Tomnyuk ND, Khovalyg VS, Munin AM, Danilina EP, Kembel VR, Adilov MM. Restoration of colon continuity after Hartmann procedure: difficulties and their solution. *International Journal of Applied and Fundamental Research*. 2021; (1): 15–18. Russian (Томнюк Н. Д., Ховалыг В. С., Мунин А. М., Данилина Е. П., Кембель В. Р., Адиллов М. М. Восстановление непрерывности толстой кишки после операции типа Гартмана: сложности и их решение // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2021. № 1. С. 15–18.)
17. Akhmetzyanov FSh, Egorov VI, Valiev NA. Restoration of colon continuity after its resection according to Hartmann: difficulties and ways to solve them. *Oncology Issues*. 2018; 64(2): 178–184. Russian (Ахметзянов Ф. Ш., Егоров В. И., Валиев Н. А. Восстановление непрерывности толстой кишки после ее резекции по типу Гартмана: сложности и пути их решения // Вопросы онкологии. 2018. Т. 64, № 2. С. 178–184.)
18. Horesh N, Lessing Y, Rudnicki Y, Kent I, Kammar H, Ben-Yaacov A, et al. Timing of colostomy reversal following Hartmann's procedure for perforated diverticulitis. *J Visc Surg*. 2020;157(5):395–400. DOI: 10.1016/j.jvisurg.2020.01.005.
19. Dal Buono A, Carvello M, Sachar DB, Spinelli A, Danese S, Roda G. Diversion proctocolitis and the problem of the forgotten rectum in inflammatory bowel diseases: a systematic review. *United European Gastroenterol J*. 2021;9(10):1157–1167. DOI: 10.1002/ueg2.12175.
20. Koliarakis I, Athanasakis E, Sgantzios M, Mariolis-Sapsakos T, Xynos E, Chrysos E, et al. Intestinal microbiota in colorectal cancer surgery. *Cancers (Basel)*. 2020;12(10):3011. DOI: 10.3390/cancers12103011.
21. Gibert BK, Matveev IA, Hasia DT, Matveev AI, Kalinichenko AP. Methods of restoring intestinal continuity. *Coloproctology*. 2016; (3): 55–60. Russian (Гиберт Б. К., Матвеев И. А., Хасия Д. Т., Матвеев А. И., Калинин А. П. Способы восстановления непрерывности кишечника // Колопроктология. 2016. № 3. С. 55–60.)
22. Gerbaly OYu, Puzako VV. Combined operations as a method of intensification of treatment of patients with postoperative ventral hernia and adhesive disease of the abdominal cavity. *Kuban Scientific Medical Bulletin*. 2017; (6): 22–25. Russian (Гербали О. Ю., Пузак В. В. Сочетанные операции как метод интенсификации

- лечения больных с послеоперационной вентральной грыжей и спаечной болезнью брюшной полости // Кубанский научный медицинский вестник. 2017. № 6. С. 22–25.)
23. Ayushinova NI, Shurygina IA, Grigoriev EG, Chepurnykh EE, Shurygin MG. Assessment of the severity of the adhesive process of the abdominal cavity (clinical study). *Modern Problems of Science and Education*. 2018; (6): 23. Russian (Аюшинова Н. И., Шурыгина И. А., Григорьев Е. Г., Чепурных Е. Е., Шурыгин М. Г. Оценка выраженности спаечного процесса брюшной полости (клиническое исследование) // Современные проблемы науки и образования. 2018. № 6. С. 23.)
 24. Akhmetzyanov FSh, Egorov VI, Ankhimova LE. Adhesive process as a problem of abdominal operative oncology. *Siberian Oncology Journal*. 2018; 17(2):95–103. Russian (Ахметзянов Ф. Ш., Егоров В. И., Анхимова Л. Е. Спаечный процесс как проблема абдоминальной оперативной онкологии // Сибирский онкологический журнал. 2018. Т. 17, № 2. С. 95–103. DOI: 10.21294/1814-4861-2018-17-2-95-103.)
 25. Sultanmuradov MI, Groshilin VS, Tsygankov PV, Mrykhin GA. Prevention of mechanical colorectal anastomosis leak in colostomy reversal after Hartmann procedure. *Endoscopic Surgery*. 2018; 24(3):21–26. Russian (Султанмуратов М. И., Грошилилин В. С., Цыганков П. В., Мрыхин Г. А. Профилактика несостоятельности колоректальных механических анастомозов при восстановлении непрерывности кишки после обструктивных резекций // Эндоскопическая хирургия. 2018; 24(3):21–26.)
 26. Kotelnikova LP, Shatrova NA, Belyakova YaV. Long-term results of resections of the left half of the colon and rectum. *Modern Problems of Science and Education*. 2012; (2): 78. Russian (Котельникова Л. П., Шатрова Н. А., Белякова Я. В. Отдаленные результаты резекций левой половины ободочной и прямой кишок // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 2. С. 78.)
 27. Tomnyuk ND, Khovalyug VS, Munin AM, Danilina EP, Kembel VR, Adilov MM. Restoration of colon continuity after Hartmann-type surgery: difficulties and their solution. *International Journal of Applied and Fundamental Research*. 2021; (1): 15–18. Russian (Томнюк Н. Д., Ховалыг В. С., Мунин А. М., Данилина Е. П., Кембель В. Р., Адиллов М. М. Восстановление непрерывности толстой кишки после операции типа Гартмана: сложности и их решение // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2021. № 1. С. 15–18.)
 28. Degovtsov EN, Kolyadko PV, Kolyadko VP, Satinov AV. The results of surgical treatment of patients with large and complex postoperative hernias of the anterior abdominal wall in a multidisciplinary hospital. *Bulletin of Siberian Medicine*. 2018; 17(3): 35–44. Russian (Деговцов Е. Н., Колядко П. В., Колядко В. П., Сатинов А. В. Результаты хирургического лечения больных с большими и сложными послеоперационными грыжами передней брюшной стенки в условиях многопрофильного стационара // Бюллетень сибирской медицины. 2018. Т. 17, № 3. С. 35–44. DOI: 10.1007/s10029-020-02251-1.)
 29. Matveev NL, Belousov AM, Bochkarya VA, Makarov SA. Minimally invasive technologies in herniology: to use or to save? *Surgery. Journal named after N.I. Pirogov*. 2020; (8): 75–81. Russian (Матвеев Н. Л., Белоусов А. М., Бочкарь В. А., Макаров С. А. Малоинвазивные технологии в герниологии: применять нельзя экономить // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. 2020. № 8. С. 75–81.)
 30. Blatnik J, Jin J, Rosen M. Abdominal hernia repair with bridging acellular dermal matrix—an expensive hernia sac. *The American Journal of Surgery*. 2008; 196 (1):47–50.
 31. Love MW, Warren JA, Davis S, Ewing JA, Hall AM, Cobb WS, et al. Computed tomography imaging in ventral hernia repair: can we predict the need for myofascial release? *Hernia*. 2021; 25(2):471–477. DOI: 10.1007/s10029-020-02181-y.
 32. Burenkov YaA, Glagolev NS, Ivakhov GB, Andriyashkin AV, Loban KM, Kalinina AA, et al. Evolution of component separation methods (review article). *Surgical Practice*. 2022; (3): 32–41. Russian (Буренков Я. А., Глаголев Н. С., Ивахов Г. Б., Андрияшкин А. В., Лобан К. М., Калинина А. А. и др. Эволюция методов сепарационной пластики (обзорная статья) // Хирургическая практика. 2022. № 3. С. 32–41.)
 33. Malkov IS, Filippov VA, Shaymardanov RSh, Korobkov VN, Gubaev RF, Erhu EE. Experience in performing posterior component separation for giant postoperative ventral hernias. *Kazan Medical Journal*. 2017; 98(4): 636–640. Russian (Малков И. С., Филиппов В. А., Шаймарданов Р. Ш., Коробков В. Н., Губаев Р. Ф., Эрху Э. Э. Опыт выполнения задней сепарационной пластики при гигантских послеоперационных вентральных грыжах // Казанский медицинский журнал. 2017. Т. 98, № 4. С. 636–640.)
 34. Lopez-Monclus J, Muñoz-Rodríguez J, San Miguel C, Robin A, Blazquez L A, Pérez-Flecha M, et al. Combining anterior and posterior component separation for extreme cases of abdominal wall reconstruction. *Hernia*. 2020; 24(2):369–379.
 35. Ermakov NA, Zorin EA, Orlovskaya ES, Lyadov KV. Technique of partial release of the rectus abdominis muscles for complete restoration of the linea alba after posterior component separation for large and giant postoperative ventral hernias. *Moscow Surgical Journal*. 2015; (4): 22–25. Russian (Ермаков Н. А., Зорин Е. А., Орловская Е. С., Лядов К. В. Методика частичного релизинга прямых мышц живота для полного восстановления белой линии после задней сепарационной пластики по поводу больших и гигантских послеоперационных вентральных грыж // Московский хирургический журнал. 2015. № 4(44). С. 22–25.)
 36. Khitryan AG, Kislyakov VN, Veliev KS., Kovalev SA, Zavgorodnyaya RN, Orekhov AA, et al. Analysis of the results of surgical treatment of ventral and postoperative hernias using laparoscopic IPOM technology. *Moscow Surgical Journal*. 2020; (3): 31–39. Russian (Хитарьян А. Г., Кисляков В. Н., Велиев К. С., Ковалев С. А., Завгородняя Р. Н., Орехов А. А. и др. Анализ результатов хирургического лечения вентральных и послеоперационных грыж с использованием лапароскопической технологии IPOM // Московский хирургический журнал. 2020. № 3. С. 31–39.)
 37. Mikhin IV, Polyakov AA, Kosivtsov OA, Ryaskov LA. Endovideosurgery and laparoscopy - a new round in the evolution of surgical treatment of inguinal hernias. *Surgery. Journal named after N.I. Pirogov*. 2019; (3): 121–128. Russian (Михин И. В., Поляков А. А., Косивцов О. А., Рясков Л. А. Эндовидеохирургия и лапароскопия - новый виток эволюции оперативного лечения паховых грыж // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. 2019. № 3. С. 121–128.)
 38. Kolygin AV, Vyborny MI, Petrov DI. Use of the Da Vinci robotic complex in hernia surgery. *Clinic experience. Surgery. Journal named after N.I. Pirogov*. 2024; (3): 14–20. Russian (Колыгин А. В., Выборный М. И., Петров Д. И. Использование роботического комплекса Da Vinci в хирургии грыж. Опыт клиники // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. 2024. № 3. С. 14–20.)
 39. Claessen JJM, Timmer AS, Hemke R, Atema JJ, Hompes R, Boermeester MA, et al. A computed tomography study investigating the effects of botulinum toxin injections prior to complex abdominal wall reconstruction. *Hernia*. 2023; 27(2):281–291. DOI: 10.1007/s10029-022-02692-w.

40. Martínez-Hoed J, Bonafe-Diana S, Bueno-Lledó J. A systematic review of the use of progressive preoperative pneumoperitoneum since its inception. *Hernia*. 2021; 25(6):1443–1458.
41. Patent RF No. 2749768. Method of surgical treatment of patients with large ventral hernias. Zemlyanoy VP, Sigua BV, Semen DS, et al.; applicant and patent holder: North-Western State Medical University named after II. Mechnikov of the Ministry of Health of the Russian Federation. No. 2020125704; filed 27.07.2020; published 16.06.2021, Bull. No. 17. 13 p. Russian (Патент РФ № 2749768. Способ хирургического лечения больных с большими вентральными грыжами / Земляной В. П., Сигуа Б. В., Семин Д. С. и др.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО СЗГМУ им. И.И. Мечникова Минздрава России. № 2020125704; заявл. 27.07.2020; опубл. 16.06.2021, Бюл. № 17. 13 с.)
42. Niebuhr H, Malaibari ZO, Köckerling F, Reinhold W, Dag H, Eucker D, et al. Intraoperative fascial traction (IFT) for treatment of large ventral hernias : a retrospective analysis of 50 cases. *Chirurg*. 2022;93(3):292–298. German. DOI: 10.1007/s00104-021-01552-0.
43. De Laet IE, Malbrain MLNG, De Waele JJ. A Clinician's guide to management of intra-abdominal hypertension and abdominal compartment syndrome in critically ill patients. *Crit Care*. 2020;24(1):97. DOI: 10.1186/s13054-020-2782-1.
44. Gorsky VA, Agapov MA, Klimov AE, Andreev SS. The problem of intestinal suture integrity. *Practical Medicine*. 2014; 5(81): 33–37. Russian (Горский В. А., Агапов М. А., Климов А. Е., Андреев С. С. Проблема состоятельности кишечного шва // Практическая медицина. 2014. № 5(81). С. 33–37.)
45. Kasatova EYu, Tuktamyshev VS. Fluctuations in intra-abdominal pressure during breathing. *Modern Problems of Science and Education*. 2015; (5): 117. Russian (Касатова Е. Ю., Туктамышев В. С. Колебания внутрибрюшного давления в процессе дыхания // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 5. С. 117.)
46. Gerbaly OYu, Kosenko AV. Simultaneous interventions in patients with complicated forms of postoperative ventral hernias and deformities of the anterior abdominal wall. *Kuban Scientific Medical Bulletin*. 2019;26(1):88–93. Russian (Гербали О. Ю., Косенко А. В. Симультантные вмешательства у больных с осложненными формами послеоперационных вентральных грыж и деформаций передней брюшной стенки // Кубанский научный медицинский вестник. 2019. Т. 26, № 1. С. 88–93.)
47. Oma E, Baastrup NN, Jensen KK. Should simultaneous stoma closure and incisional hernia repair be avoided? *Hernia*. 2020; 25(3):649–654.
48. Evtikhova EYu, Shumakov DV, Gagua AK, Lebedeva OA, Al Biqai Rami Abdul Aziz, Evtikhov RM. Simultaneous operations for postoperative ventral hernias. *Bulletin of the Ivanovo Medical Academy*. 2007; (1–2): 66–68. Russian (Евтихова Е. Ю., Шумаков Д. В., Гаяга А. К., Лебедева О. А., Аль Бикай Рами Абдул Азиз, Евтихов Р. М. Симультантные операции при послеоперационных вентральных грыжах // Вестник Ивановской медицинской академии. 2007. № 1–2. С. 66–68.)

Сведения об авторах:

Балюра О.В., к.м.н., старший преподаватель кафедры военно-морской хирургии Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова, г. Санкт-Петербург, Россия.

Еселевич Р.В., к.м.н., начальник онкологического отделения клиники кафедры военно-морской хирургии Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова, г. Санкт-Петербург, Россия.

Румянцев В.Н., преподаватель кафедры военно-морской хирургии Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова, г. Санкт-Петербург, Россия.

Шульгин Н.М., слушатель 2-го факультета подготовки врачей Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова, г. Санкт-Петербург, Россия.

Вон В.В., клинический ординатор Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова, г. Санкт-Петербург, Россия.

Асоскова Л.О., врач-хирург клиники кафедры военно-морской хирургии Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова, г. Санкт-Петербург, Россия.

Исентемиров Р.Р., клинический ординатор Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова, г. Санкт-Петербург, Россия.

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

Суров Д.А., д.м.н., профессор, начальник кафедры военно-морской хирургии Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова, г. Санкт-Петербург, Россия.

Адрес для переписки:

Еселевич Роман Владимирович, ул. Академика Лебедева, д. 6. г. Санкт-Петербург, Россия, 194044
Тел: +7 (911) 128-21-05
E-mail: r_eselevich@mail.ru

Статья поступила в редакцию 02.06.2025

Рецензирование пройдено 04.07.2025

Подписано в печать 05.08.2025

Information about authors:

Balyura O.V., candidate of medical sciences, senior lecturer, department of naval surgery, Kirov Military Medical Academy, Saint Petersburg, Russia.

Eselevich R.V., candidate of medical sciences, head of oncology department of clinic of department of naval surgery, Kirov Military Medical Academy, Saint Petersburg, Russia.

Rumyantsev V.N., lecturer, department of naval surgery, Kirov Military Medical Academy, Saint Petersburg, Russia.

Shulgin N.M., student of the 2nd faculty of training doctors, Kirov Military Medical Academy, Saint Petersburg, Russia.

Von V.V., clinical resident, Kirov Military Medical Academy, Saint Petersburg, Russia.

Asoskova L.O., surgeon, clinic of department of naval surgery, Kirov Military Medical Academy, Saint Petersburg, Russia.

Isentemirov R.R., clinical resident, Kirov Military Medical Academy, Saint Petersburg, Russia.

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

Surov D.A., MD, PhD, professor, chief of department of naval surgery, Kirov Military Medical Academy, Saint Petersburg, Russia.

Address for correspondence:

Eselevich Roman Vladimirovich, Academica Lebedeva St., 6, Saint Petersburg, Russia, 194044
Tel: +7 (911) 128-21-05
E-mail: r_eselevich@mail.ru

Received 02.06.2025

Review completed 04.07.2025

Passed for printing 05.08.2025

ПРИМЕНЕНИЕ ФОТОДИНАМИЧЕСКОЙ ТЕРАПИИ В ЛЕЧЕНИИ ГНОЙНЫХ РАН (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

THE USE OF PHOTODYNAMIC THERAPY IN THE TREATMENT OF PURULENT WOUNDS (LITERATURE REVIEW)

Каярлиев А.Р. Kayarliev A.R.
Кучев Р.Д. Kuchev R.D.
Рудаков Д.А. Rudakov D.A.
Телицкий С.Ю. Telitsky S.Yu.
Коржук М.С. Korzhuk M.S.
Бромберг Б.Б. Bromberg B.B.
Гирш А.О. Girsh A.O.
Черненко С.В. Chernenko S.V.
Зверев Д.П. Zverev D.P.
Суров Д.А. Surov D.A.

ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» Минобороны России,
г. Санкт-Петербург, Россия,

ФГБОУ ВО «Омский государственный медицинский университет» Минздрава России,
г. Омск, Россия

Цель — сформировать современные представления о влиянии фотодинамической терапии (ФДТ) на течение фаз раневого процесса, оценить эффективность данного метода в лечении гнойных ран мягких тканей.

Материалы и методы. Приведен обзор данных отечественной и зарубежной литературы с использованием таких баз данных, как PubMed, eLibrary.ru и Google Scholar. Временной промежуток поиска — 1990–2025 гг., рассматривались исследования от экспериментальных работ до клинического опыта применения ФДТ в лечении ран, актуального на момент написания статьи. Было проанализировано 129 источников, из них 47 включены в список литературы.

Результаты. Раскрыты общие механизмы фотобиологического воздействия на биологические структуры и микроорганизмы. Описаны механизмы влияния методики на состояние микроциркуляции и иммунитета. Показана эффективность применения ФДТ в лечении больных гнойно-воспалительными ранами мягких тканей.

Заключение. ФДТ эффективно воздействует на все фазы раневого процесса. Несмотря на хорошие результаты лечения ран методом ФДТ, необходимо совершенствование в области технологии его применения: обоснование выбора фотосенсибилизатора, его концентрации, дозировки и способа применения, определение длительности экспозиции, сроков начала процедуры и ее продолжительности, осуществление контроля параметров ФДТ.

Ключевые слова: фотодинамическая терапия; фотосенсибилизаторы; раны; микроорганизмы; антибиотикорезистентность

Objective — to form modern ideas about the effect of photodynamic therapy on the course of the phases of the wound process, to evaluate the effectiveness of this method in the treatment of purulent wounds of soft tissues.

Materials and methods. This article provides an overview of the data of domestic and foreign literature using such sites as PubMed, eLibrary.ru and Google Scholar. The time period of the search was 1990–2025, covering research from experimental work to clinical experience in the use of photodynamic therapy in the treatment of wounds relevant at the time of writing. 129 sources were analyzed, of which 47 were included in the list of references.

Results. The general mechanisms of photobiological impact on biological structures and microorganisms have been revealed. The mechanisms of the technique's influence on the state of microcirculation and immunity are described. The effectiveness of photodynamic therapy in the treatment of patients with purulent-inflammatory wounds of soft tissues has been shown.

Conclusion. Photodynamic therapy has effects on all phases of the wound process. Despite the good results of wound treatment by photodynamic therapy, it is necessary to improve the method in the field of application technology: substantiation of the choice of photosensitizer, its concentration, dosage and method of administration, duration of exposure, timing of the procedure and its duration, control parameters of photodynamic therapy.

Keywords: photodynamic therapy; photosensitizers; wounds; microorganisms; antibiotic resistance

Процесс заживления ран является комплексным набором клеточных и биохимических процессов, которые направлены на восстановление структурной и функциональной целостности пораженных участков. Данный процесс включает в себя постоянные взаимодействия как между клетками,



Для цитирования: Каярлиев А.Р., Кучев Р.Д., Рудаков Д.А., Телицкий С.Ю., Коржук М.С., Бромберг Б.Б., Гирш А.О., Черненко С.В., Зверев Д.П., Суров Д.А. ПРИМЕНЕНИЕ ФОТОДИНАМИЧЕСКОЙ ТЕРАПИИ В ЛЕЧЕНИИ ГНОЙНЫХ РАН (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ) //ПОЛИТРАВМА / POLYTRAUMA. 2025. № 3. С. 109-116.

Режим доступа: <http://poly-trauma.ru/index.php/pt/article/view/613>

DOI: 10.24412/1819-1495-2025-3-109-116

так и между клетками и внеклеточным матриксом, что обуславливает существование определенных этапов в процессе заживления. Согласно концепции М.И. Кузина (1977), раневой процесс проходит три фазы: 1 — фаза воспаления, которая подразделяется на период сосудистых изменений и период очищения раны от некротических тканей; 2 — фаза регенерации, образования и созревания грануляционной ткани; 3 — фаза реорганизации рубца и эпителизации.

В первой фазе раневого процесса происходит очищение раны от инородных тел, бактерий, вирусов и грибков. Она включает в себя два периода: период сосудистых изменений и непосредственно период очищения раны. В период сосудистых изменений наблюдается спазм сосудов, который сменяется их паралитическим расширением, повышается проницаемость сосудистой стенки для форменных элементов крови и быстро нарастает отек. Затем происходит первичное очищение раны от некротизированных тканей. В случае гнойных ран фаза воспаления затягивается из-за действия бактериальных эндотоксинов и требует лечебных мер для снижения обсемененности раны микроорганизмами. При этом главной проблемой становится приобретение бактериями антибиотикорезистентности и формирование биопленок. Микробные биопленки — это структурированные сообщества микроорганизмов (бактерий, грибов, простейших), прикрепленных к поверхности и окруженных внеклеточным матриксом (полисахаридами, белками, ДНК). Они формируются как защитный механизм, позволяющий возбудителям выживать в неблагоприятных условиях. Внеклеточный матрикс защищает микроорганизмы от антибиотиков, антисептиков и иммунных клеток. Появление биопленок также приводит к деструкции здоровых тканей, нарушению ангиогенеза и эпителизации. Бактерии в биопленках способны выживать при концентрациях антибиотиков, во много раз превышающих минимальную подавляющую, что в большинстве случаев делает консервативные методы лечения ран неэффективными

и приводит к хронизации процесса и закономерному развитию осложнений [1, 2].

Фаза регенерации включает миграцию фибробластов, образование коллагена, новообразование сосудов, уменьшение отека и экссудации, развитие грануляционной ткани. При этом ангиогенез и пролиферация фибробластов являются лимитирующими факторами данного процесса и, соответственно, при системных и местных нарушениях микроциркуляции данная фаза может затягиваться, приводя к некрозу тканей и рецидиву инфекционного процесса в ране.

Этапное лечение ран, основанное на понимании фазового характера течения раневого процесса, по-прежнему является золотым стандартом в хирургии, позволяющим минимизировать сроки восстановления пациента и снизить риск развития осложнений.

В фазу воспаления используют механическую очистку раны, гидрофильные мази, дренирование и системную антибиотикотерапию при наличии признаков генерализованной инфекции. В фазу регенерации, как правило, применяются ранозаживляющие мази и гели, физиопроцедуры, такие как лазеротерапия низкой интенсивности. В фазу реорганизации могут использоваться методы, позволяющие увеличить прочность рубца и предупредить его гипертрофию, например, инъекции кортикостероидов, ферментные препараты, такие как коллагеназа, и физиотерапия.

Одним из перспективных современных методов лечения гнойных ран, ориентированным в том числе и на борьбу с микробными биопленками, особенно в случаях хронических ран, является фотодинамическая терапия (ФДТ). Ее эффективность связана со способностью разрушать как бактериальные клетки, так и внеклеточный матрикс биопленки. Помимо фотодинамической инактивации бактерий, ФДТ улучшает перфузию ткани и показатели местного и системного иммунитета, что делает ее эффективным способом лечения гнойных ран, обсемененных полирезистентной флорой.

Механизмы действия фотодинамической терапии

ФДТ представляет собой инновационный подход к лечению злокачественных образований и ран. Этот метод основывается на уникальной способности ряда фотосенсибилизирующих агентов, которые, поглощая кванты света, активируются и, вступая в реакцию с кислородом, инициируют фотодинамическую реакцию.

Таким образом, наличие трех компонентов — фотосенсибилизатора (ФС), света и кислорода — дает начало фотодинамическим реакциям, продукты которых инактивируют биомолекулы полирезистентных возбудителей хирургических инфекций.

К. Фут в 1991 г. предложил разделить фотодинамические реакции на два типа. Возбужденные светом молекулы ФС реагируют с окружающими химическими веществами, образуя свободные радикалы, — реакции по механизму I типа. Затем радикалы взаимодействуют с кислородом, что инициирует цепное перекисное окисление с образованием супероксид-аниона и других активных форм кислорода. Супероксид-анион $O_2^{\cdot-}$, как и другие активные формы кислорода (АФК), в результате окисления приводят к повреждению биомембран возбудителя раневой инфекции.

В процессе фотодинамических реакций II типа молекула ФС осуществляет передачу своей возбужденной энергии на молекулы кислорода. Это взаимодействие приводит к образованию синглетного кислорода, который, в свою очередь, вступает в реакцию с разнообразными биологическими молекулами. В результате этих процессов происходит окисление фосфолипидов клеточных мембран, что приводит к образованию свободных радикалов и перекисей. Синглетный кислород образуется в молекулах липидов и белков мембран клеток и внутриклеточных органелл. При этом синглетный кислород разрывает атомарные связи с другими атомами, входящими в состав молекулы. Данные литературы свидетельствуют о том, что фотодинамические реак-

ции, как правило, протекают по обоим маршрутам образования активных форм кислорода, при этом традиционно доминантным считается вклад второго пути. Однако в дальнейшем было установлено, что маршрут фотодинамической реакции во многом определяется биоокружением молекулы ФС. Так, в слабополярном окружении, например, в липидных или митохондриальных мембранах, реакции II типа становятся фактически единственными возможными. В полярных жидкостях, например в клеточном цитозоле, будут преобладать реакции I типа [3, 4].

В целом данные литературы свидетельствуют, что благодаря изложенным выше физиологическим процессам фотодинамическая технология обеспечивает реализацию трех основных механизмов терапевтического воздействия при лечении ран, осложненных хирургической инфекцией: антибактериального, иммуномодулирующего и сосудистого.

Механизмы антибактериального действия фотодинамической терапии

ФДТ оказывает влияние на все фазы раневого процесса. Наиболее значимой с клинической точки зрения является фаза воспаления, поскольку именно снижение бактериальной контаминации раны является ключевым фактором, определяющим эффективность лечения в целом.

Принципиально важным отличием ФДТ от антибактериальной терапии является вариабельность механизмов инактивации патогенных микроорганизмов [5]. Во многом данный факт обусловлен наличием значительного количества мишеней в бактериальных клетках, которые могут быть подвержены атаке АФК, образующихся при облучении светом определенной длины волны. Это выгодно отличает ФДТ от антибиотикотерапии, которая, как правило, ориентирована на одну-две внутриклеточных мишени [5].

Основными мишенями грамположительных микроорганизмов являются клеточная стенка, ДНК и/или РНК и транспортные белки. Если

ФС посредством либо пассивного, либо активного транспорта удастся проникнуть через клеточную стенку патогенной бактерии, то основной мишенью может служить ДНК и/или РНК клетки, повреждение которой часто ведет к ее быстрой гибели [6]. Особо важной мишенью являются транспортные белки в цитоплазматической мембране, которые ответственны за возникновение систем эффлюкса, играющие важную роль при формировании резистентности к антимикробным препаратам [5, 6].

В грамотрицательных микроорганизмах основными мишенями становятся внешняя и цитоплазматическая мембраны, а также транспортные белки, находящиеся в слое пептидогликана. ФДТ может также поражать внутриклеточные транспортные белки ДНК и РНК, однако для этого нужно, чтобы молекула ФС попала внутрь клетки, что происходит не во всех случаях.

Таким образом, ФДТ эффективно инактивирует грамположительные и грамотрицательные микроорганизмы. Механизм действия ФДТ не зависит от метаболизма бактерий и имеет множество внутриклеточных мишеней, что позволяет преодолеть антибиотикорезистентность возбудителя хирургической инфекции. Кроме того, помимо бактерий АФК окисляют внеклеточные полимерные вещества, нарушая структуру микробных биопленок.

Сосудистые механизмы фотодинамической терапии

В фазу регенерации рана претерпевает ключевые изменения, происходит активная пролиферация фибробластов и ангиобластов. Формируется капиллярная сеть (незрелая грануляционная ткань содержит до 50 капилляров на 1 мм²). Синтезируется коллаген III типа (до 70 % от общего объема белка). Раневой дефект постепенно заполняется матриксом, необходимым для дальнейшей эпителизации. Ключевым этапом является формирование новой капиллярной сети.

При местном нанесении ФС АФК не повреждают эндотелий сосудов, а лазерное излучение улучшает основные параметры микроциркуляции. Наибольшее количество

исследований посвящено красному и инфракрасному спектру излучения, которые демонстрируют возможности применения монохроматического лазерного света с целью фотобиомодуляции, чаще для стимуляции кровотока в различных органах [7]. Параметры лазера, используемые в исследованиях, различаются в широких пределах. Оптимальной дозировкой света для лазеров в красном диапазоне спектра для достижения улучшения кровоснабжения необходимо 5 и более Дж/см² [8].

ФДТ оказывает значительное положительное влияние на параметры микроциркуляции, такие как показатель микроциркуляции, вазомоторная активность сосудов. Она также способствует устранению застойных процессов и шунтированию крови.

После ФДТ показатели кровотока в системе микроциркуляции увеличиваются, что способствует усилению трансапиллярного обмена и улучшению тканевого дыхания. Например, некоторые исследователи сообщают, что прирост показателя микроциркуляции (М) может достигать 64 %, а активность кровотока (индекс σ) увеличиваться на 47 % [9]. При этом показатель Кв (вазомоторной активности), характеризующий способность сосудов к адаптации, увеличивался на 48 %, что свидетельствует о восстановлении функциональности микроциркуляторного русла [9].

Кроме того, АФК активируют фактор роста эндотелия сосудов (VEGF), способствуя образованию новых капилляров. В частности, N. Guo и соавт. в своем исследовании продемонстрировали повышение уровней VEGF и CD31, играющих важную роль в ангиогенезе и нормализации проницаемости сосудов [10].

В результате проведенного анализа можно выделить ключевые объекты, на которые направлено лазерное воздействие в системе микроциркуляции. К таким объектам относятся гладкомышечные клетки и эндотелий сосудов. Важно отметить, что на сегодняшний день наиболее подробно исследовано воздействие ФДТ на сократительную функцию гладкомышечных клеток,

так как именно благодаря их спонтанной активности обеспечивает поддержание основного тонуса микрососудов. Эти изменения способствуют ускорению заживления тканей, улучшению трофики и восстановлению их физиологической функции. Таким образом, ФДТ является перспективным методом нормализации микроциркуляции в рамках комплексной терапии гнойных ран.

Иммунологические механизмы фотодинамической терапии

Помимо сосудистых и антимикробных механизмов, ФДТ оказывает существенное положительное влияние на параметры местного иммунитета в гнойной ране.

В ряде исследований было продемонстрировано, что ФДТ может модифицировать иммунный статус гнойной раны [11, 12]. АФК оказывают значительное влияние на миграцию иммунных клеток: после ФДТ нейтрофилы скапливаются в ране в большем количестве, чем при традиционном лечении, что отчасти обусловлено повышенной экспрессией фактора некроза опухоли (TNF)- α после ФДТ [13]. ФДТ как метод лечения способствует выделению воспалительных цитокинов различными клетками, что, в свою очередь, активизирует другие элементы врожденной иммунной системы и приводит к накоплению моноцитов, макрофагов и тучных клеток в тех областях, которые подверглись воздействию данной терапии [14]. Далее происходит активация CD8⁺ Т-клеток и уничтожение поврежденных клеток и тканей [15, 16]. Одним из важнейших цитокинов, участвующих во всех фазах раневого процесса, является трансформирующий фактор роста (TGF)- β . В частности, он играет ключевую роль в процессе эпителиально-мезенхимального перехода, что, в свою очередь, инициирует перемещение кератиноцитов от периферии раны к ее центру. Кроме того, он активизирует хемотаксис фибробластов, направляя их к раневому ложу, что способствует активному синтезу коллагена и дифференцировке их в миофибробласты.

Исследования, включенные в этот систематический обзор, пока-

зали, что ФДТ гнойных ран повышает уровень β -фактора роста фибробластов, TGF- β 1 и VEGF, а также снижает уровень интерлейкина (IL)-6, IL-1 α , IL-1 β , IL-2, малонового диальдегида, Toll-подобного рецептора-4, NF- κ B и TNF- α [10, 12, 17].

В четырех исследованиях оценивалось влияние ФДТ на динамику уровня различных цитокинов в инфицированных ранах [18–21]. Они показали, что ФДТ значительно повышала уровни в ранах β -фактора роста фибробластов [18, 20], TGF- β 1 [20], VEGF [10, 20, 21], гидроксипролина [20], щелочной фосфатазы [18], фактора роста фибробластов-2 [18], фактора роста тромбоцитов [21] и циклооксигеназы-2 [21], при этом значительно ($p < 0,05$) снижая уровни в ране IL-6 [19, 20], IL-1 α [18], IL-1 β [18], IL-2 [18], малонового диальдегида [20], TNF- α [19, 20]. N. Nafee и соавт. было показано, что при нанесении гиперицина на наночастицы он более заметно снижает экспрессию TNF- α ($p < 0,05$), чем при обработке раны той же концентрацией гиперицина, разбавленной в диметилсульфоксиде [21].

Было выявлено стимулирующее влияние ФДТ на фагоцитоз в ране, что проявляется увеличением количества нейтрофилов, повышением их поглотительной способности за счет активации местных клеточных факторов врожденного иммунитета. Активация клеточного иммунитета происходила посредством увеличения популяции CD3⁺ Т-лимфоцитов, субпопуляции CD4⁺ Т-хелперов, иммунорегуляторного индекса при одновременном снижении уровня CD8⁺ Т-цитотоксических лимфоцитов, CD25⁺ активированных Т- и В-лимфоцитов, несущих рецептор к IL-2, и CD95⁺ активированных Т- и В-лимфоцитов, несущих Fas-рецептор.

ФДТ также приводила к снижению уровня IgA и возрастанию IgM к 7-м суткам. Одновременно с этим регистрировалось уменьшение концентрации циркулирующих иммунных комплексов и CH50 в экссудате [22]. IgM имеет пентамерную структуру и регистрируется на ранних этапах иммунного ответа. IgM за счет своей структуры эф-

фективно агглютинирует бактерии и благодаря опсонизации усиливает фагоцитоз.

Таким образом, ФДТ влияет на клеточный и гуморальный иммунитет в ране, ускоряет миграцию иммунных клеток в рану, создает более адекватный ответ за счет повышения вклада врожденного иммунитета в ране. При этом ФДТ регулирует баланс между провоспалительными и противовоспалительными цитокинами, что позволяет избежать избыточной активности нейтрофилов и ускоряет переход раневого процесса в фазу пролиферации.

Экспериментальное и клиническое обоснование применения фотодинамической технологии в лечении гнойных ран

В доступной литературе присутствует значительная вариативность экспериментальных и клинических исследований по применению ФДТ в лечении ран. В обзоре подобрано 28 научных статей и 2 диссертационные работы, в которых описаны результаты применения ФДТ в лечении гнойных, огнестрельных и ожоговых ран различной локализации. Глубина научного поиска составила 23 года (2002–2025 гг.). Исследования проводились в России [23–34], США [35–41], Индии [18, 19], Китае [10, 20, 42, 43], Японии [44, 45], Турции [46], Египте [21] и Италии [47]. Объектом исследования в 15 работах были мыши, в 8 — крысы, в 7 — пациенты. Структура хирургической патологии была различной: флегмоны и абсцессы различной локализации [24], гнойные трофические язвы различной этиологии [25], осложненные формы диабетической стопы [25], гнойные раны, образовавшиеся в результате гнойных заболеваний мягких тканей (фурункул, карбункул, гидраденит, панариций, рожа) [28], инфекции в области хирургического вмешательства [30], огнестрельные раны [31, 32, 34]. В источниках литературы, где объектом исследования служили лабораторные животные, моделью раны стали: стандартное огнестрельное ранение мягких тканей в области средней трети право-

го бедра крысы [26], многослойная плоскостная рана на ее дорсальной поверхности [10, 27–29, 33], резаная рана [18, 19, 21, 39–45, 47], ожоговая рана [20, 23, 37, 38] и ссадина [35, 36, 46]. Во всех работах имел место высокий уровень бактериальной контаминации ран: 1 мл экссудата содержал в среднем $1 \cdot 10^{6-9}$ КОЕ. Среди патогенной микрофлоры были как грамположительные, так и грамотрицательные микроорганизмы: *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, MRSA, *Klebsiella pneumoniae*, *Acinetobacter baumannii*, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli* и др.

В большинстве исследований ФС применялись местно, в одном исследовании — путем подкожной инъекции [20] и внутривенной инъекции в другом исследовании [45]. В одном исследовании ФС с целью ФДТ ожоговой раны применяли путем одновременного местного нанесения и паравульварной инъекции [38]. Способ нанесения не был описан в трех исследованиях [21, 42, 46]. Длительность периода экспозиции составляла от 15 [37] до 90 минут [43]. В исследованиях применялись, как правило, препараты второго и третьего поколений. Препараты второго поколения — 0,5% раствор фотодитазина, фотосенс, метиленовый синий, 5-аминолевулиновая кислота, фоторан е6. Препараты третьего поколения — 0,1% гель фотодитазина микрокапсулированной формы, комплексированный с амфифильными полимерами и гидроксипатитом, 0,5% фотодитазин, комплексированный с амфифильными полимерами, фоторан е6 в эмульсионной форме, фотодитазин с плуроником F127, комплекс с плуроником F127 и наночастицами золота (1,8%), фотодитазин с хитозаном (2,7%), хлорин е6 конъюгированный с полиэтиленгликолем.

Длины волн света, которые использовались в большинстве исследований, относились к красному диапазону. В двух исследованиях использовались светодиоды (LED) с длиной волны 410 нм, в одном применялся диодный лазер с длиной волны 808 нм. При использовании видимого света

плотность мощности составляла от 6 [44] до 450 Дж/см² [46], а мощность излучения — от 84 [38] до 300 мВт/см² [20]. Для диодного лазера с длиной волны 808 нм плотность мощности составляла 450 Дж/см² [46].

В одиннадцати исследованиях изучалось влияние ФДТ на скорость заживления гнойных ран [19, 21, 35, 38, 40–46]. Как и ожидалось, несколько исследований показали, что бактерии замедляют заживление ран [19, 45]. В то же время в одном из 11 исследований было продемонстрировано отсутствие влияния ФДТ на динамику размера гнойной раны [41]. В подавляющем большинстве работ было отмечено значительное сокращение продолжительности фазы воспаления в гнойных ранах, подвергшихся лазерному воздействию, и, как следствие, сокращение сроков их очищения и заживления в целом.

Следует особо обратить внимание на два исследования, в ходе которых ФДТ уменьшала размер гнойной раны настолько эффективно, что была аналогична размеру неинфицированных контрольных ран в большинстве временных точек [44, 45]. Данные исследования также показали, что изменение параметров ФДТ влияло на ускорение заживления ран: ФДТ с более высокими концентрациями ФС или световыми потоками уменьшала размер гнойной раны лучше, чем когда эти параметры были установлены на более низких уровнях [44, 45]. Эффективность ФДТ существенно повышается в случаях применения наночастиц. В частности, N. Nafee и соавт. было показано, что при нанесении ФС второго поколения (гиперицина) на наночастицы размер раны уменьшался намного быстрее, чем при обработке раны той же концентрацией ФС, стандартным образом разбавленного в диметилсульфоксиде (ДМСО) [21].

Необходимо отметить, что в подавляющем большинстве исследований изучалось влияние ФДТ на степень бактериальной обсемененности ран, и был продемонстрирован выраженный антибактериальный эффект ФДТ. В частности, гнойные раны, обработанные ФДТ,

в результате имели достоверно более низкий титр возбудителя раневой инфекции ($p < 0,05$) на протяжении всего периода наблюдения, чем в контрольных группах, где раны не подвергались комплексному лечению или обрабатывались только ФС либо только антисептиками.

Таким образом, анализ литературы позволяет сделать вывод о заметном бактерицидном действии ФДТ, которое значительно усиливается при нанесении ФС на наночастицы-носители [21, 33].

Большое количество исследований посвящено не только изучению влияния изменения параметров ФДТ на антибактериальную активность ФДТ, но и роли ФС в повышении ее эффективности. В частности, было показано, что ФДТ с использованием 0,01% ФС RLP68/Cl (Zn-фталотиоцианин) не снижает количество бактерий в ране, но ФДТ с использованием 0,1% или 0,3% RLP68/Cl обеспечивает уменьшение бактериальной обсемененности раны на ≥ 83 % ($p < 0,05$). Напротив, ФДТ с использованием 0,5% RLP68/Cl не снижает количество бактерий (40). В то же время другое исследование показало, что ФДТ с использованием ФС ICG (индоцианиновый зеленый) в концентрациях 500, 1000 и 2000 мкг/мл одинаково хорошо снижает жизнеспособность бактерий ($p > 0,05$) [38]. Кроме того, N. Nafee и соавт. (2013) показали, что наночастицы, содержащие гиперицин (ФС третьего поколения), снижают количество бактерий в большей степени ($p < 0,05$), чем та же концентрация гиперицина, растворенная в ДМСО [21].

Таким образом, множество исследований показывают, что ФДТ имеет высокую эффективность в лечении гнойных ран, которая в первую очередь обусловлена выраженным бактерицидным эффектом и способностью ФДТ обеспечить быструю деконтаминацию. Кроме того, ФДТ значительно улучшает перфузию тканей и обладает четко очерченным иммунокорректирующим эффектом. В то же время обращает на себя внимание очевидный дефицит работ, посвященных изучению зависимости эффективности ФДТ от режимов облучения,

типа ФС, его концентрации и технологии применения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ФДТ оказывает дифференцированное действие на все фазы раневого процесса. В фазу воспаления ФДТ достоверно снижает бактериальную нагрузку в ране за счет непосредственного действия АФК на бактерии и их биопленки и активацию клеточного иммунитета. В фазу регенерации ФДТ стимулирует ангиогенез, улучшает микроциркуляцию, активирует фибробласты и синтез коллагена. В фазу реорганизации ФДТ снижает активность металлопротеиназ, разрушающих внеклеточный матрикс,

ускоряет миграцию кератиноцитов от краев раны в центр, стимулирует синтез зрелого коллагена I типа, регулирует баланс TGF- β 1/TGF- β 3, предотвращая избыточное рубцевание.

Метод имеет ряд преимуществ, среди которых в первую очередь следует отметить отсутствие системных побочных эффектов, формирования резистентности микроорганизмов, возможность многократного применения ФДТ и ее безопасность. В то же время необходимо отметить очевидную целесообразность уточнения технологии применения ФДТ (обоснование выбора ФС, его концентрации, дозировки и способа применения,

определение длительности экспозиции, сроков начала процедуры и ее продолжительности, осуществление контроля параметров ФДТ и т. д.), что не только повысит ее клиническую эффективность, но и в перспективе может послужить основанием для включения данного метода в клинические рекомендации по лечению ран.

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. Chebotar IV, Mayanskiy AN, Konchakova ED, Lazareva AV, Chistyakova VP. Antibiotic resistance of biofilm bacteria. *Clinical Microbiology and Antimicrobial Chemotherapy*. 2012;14(1): 51-58. Russian (Чеботарь И. В., Маянский А. Н., Кончакова Е. Д., Лазарева А. В., Чистякова В. П. Антибиотикорезистентность биоплёночных бактерий // Клиническая микробиология и антимикробная химиотерапия. 2012. Т. 14, № 1. С. 51-58.)
2. Khryanin AA. Biofilms of microorganisms: modern ideas. *Antibiotics and chemotherapy*. 2020; 65(5-6): 70-77. Russian (Хрянин А. А. Биоплёнки микроорганизмов: современные представления // Антибиотики и химиотерапия. 2020. Т. 65, №5-6. С. 70-77.)
3. Dabrowski JM. Reactive oxygen species in photodynamic therapy: mechanisms of their generation and potentiation. *Adv. Inorg. Chem*. 2017; 70: 343-394.
4. Vakrat-Haglilil Y, Weiner L, Brumfeld V, Brandis A, Salomon Y, McLlroy B, et al. The microenvironment effect on the generation of reactive oxygen species by Pd-bacteriopheophorbide. *J. Am. Chem. Soc*. 2005; 127(17): 6487-6497.
5. Wainwright M, Maisch T, Nonell S, Plaetzer K, Almeida A, Teges GP, et al. Photoantimicrobials - are we afraid of the light? *Lancet Infect Dis*. 2017;17(2):e49-e55. DOI: 10.1016/S1473-3099(16)30268-7.
6. Liu Y, Qin R, Zaat SAJ, Breukink E, Heger M. Antibacterial photodynamic therapy: overview of a promising approach to fight antibiotic-resistant bacterial infections. *J Clin Transl Res*. 2015;1(3):140-167.
7. Terman OA, Kozlov VI. Pathophysiological justification of the use of various doses and modes of NILI for photostimulation of microcirculation. *Laser Medicine*. 1998. (2): 43-46. Russian (Терман О. А., Козлов В. И. Патофизиологическое обоснование применения различных доз и режимов НИЛИ для фотостимуляции микроциркуляции // Лазерная медицина. 1998. № 2. С. 43-46.)
8. Kozlov VI. Mechanisms of laser photobiostimulation. *Morphological Bulletin*. 2010; (4): 7-14. Russian (Козлов В. И. Механизмы лазерной фотобиостимуляции // Морфологические ведомости. 2010. №4. С. 7-14.)
9. Losev FF, Krechina EK, Ivanova EV, Kuksa EYu, Guseva IE. The use of photodynamic therapy in the complex treatment of chronic generalized moderate periodontitis. *Stomatology*. 2023; 102(2):1115. Russian (Лосев Ф. Ф., Кречина Е. К., Иванова Е. В.,
10. Kuksa E. Yu., Guseva I. E. Применение фотодинамической терапии в комплексном лечении хронического генерализованного пародонтита средней степени // Стоматология. 2023. Т.102, № 2. С.1115.)
11. Guo N, Chen J, Kong F, Gao Y, Bian J, Liu T, et al. 5-aminolevulinic acid photodynamic therapy for chronic wound infection in rats with diabetes. *Biomed Pharmacother*. 2024;178:117132. DOI: 10.1016/j.biopha.2024.117132.
12. Reginato E, Wolf P, Hamblin MR. Immune response after photodynamic therapy increases anticancer and antibacterial effects. *World J Immunol*. 2014;4(1):1-11.
13. Grandi V, Bacci S, Corsi A, Sessa M, Puliti E, Murciano N, et al. ALAPDT exerts beneficial effects on chronic venous ulcers by inducing changes in inflammatory microenvironment, especially through increased TGF β release: a pilot clinical and translational study. *Photodiagnosis Photodyn Ther*. 2018;21:252-256.
14. Anzengruber F, Avci P, de Freitas LF, Hamblin MR. T-cell mediated antitumor immunity after photodynamic therapy: why does it not always work and how can we improve it? *Photoch Photobio Sci*. 2015;14(8):1492-1509.
15. Gollnick SO, Evans SS, Baumann H, Owczarczak B, Maier P, Vaughan L, et al. Role of cytokines in photodynamic therapy-induced local and systemic inflammation. *Br J Cancer*. 2003;88(11):1772-1779. DOI: 10.1038/sj.bjc.6600864.
16. Corsi A, Lecci PP, Bacci S, Cappugi P, Pimpinelli N. Early activation of fibroblasts during PDT treatment in leg ulcers. *G Ital Dermatol Venereol*. 2016;151(3):223-229.
17. Agostinis P, Berg K, Cengel KA, Foster TH, Girotti AW, Gollnick SO, et al. Photodynamic therapy of cancer: an update. *CA Cancer J Clin*. 2011;61(4):250-281.
18. Weber CE, Li NY, Wai PY, Kuo PC. Epithelial-mesenchymal transition, TGF- β , and osteopontin in wound healing and tissue remodeling after injury. *J Burn Care Res*. 2012;33(3):311-318.
19. Sahu K, Sharma M, Gupta PK. Modulation of inflammatory response of wounds by antimicrobial photodynamic therapy. *Laser Ther*. 2015;24(3):201-208.
20. Sahu K, Sharma M, Bansal H, Dube A, Gupta PK. Topical photodynamic treatment with poly-L-lysine-chlorin p6 conjugate improves wound healing by reducing hyperinflammatory response

- in *Pseudomonas aeruginosa*-infected wounds of mice. *Lasers Med Sci.* 2013;28(2):465-471.
20. Mai B, Gao Y, Li M, Wang X, Zhang K, Liu Q, et al. Photodynamic antimicrobial chemotherapy for *Staphylococcus aureus* and multidrug-resistant bacterial burn infection in vitro and in vivo. *Int J Nanomedicine.* 2017;12:5915-5931.
 21. Nafee N, Youssef A, El-Gowelli H, Asem H, Kandil S. Antibiotic-free nanotherapeutics: hypericin nanoparticles thereof for improved in vitro and in vivo antimicrobial photodynamic therapy and wound healing. *Int J Pharm.* 2013;454(1):249-258.
 22. Chernyak LA, Garelik PV, Goretskaya MV, Sheybak VM. State of local immunity in phlegmons of the maxillofacial region and neck on the background of local photodynamic therapy. *Problems of health and Ecology.* 2023; (1):56-64. Russian (Черняк Л. А., Гарелик П. В., Горещкая М. В., Шейбак В. М. Состояние местного иммунитета при флегмонах челюстно-лицевой области и шеи на фоне локальной фотодинамической терапии // Проблемы здоровья и экологии. 2023. Т.20, №1. С. 56-64.)
 23. Shin FE, Tolstykh PI, Stranadko EF, Solovyeva AB, Ivanov AV, Eliseenko VI, et al. Photodynamic therapy of experimental burn wounds. *Laser Medicine.* 2009; 13(3):55-60. Russian (Шин Ф. Е., Толстых П. И., Странадко Е. Ф., Соловьева А. Б., Иванов А. В., Елисеенко В. И. и др. Фотодинамическая терапия экспериментальных ожоговых ран // Лазерная медицина. 2009. Т. 13, № 3. С. 55-60.)
 24. Tolstykh PI, Derbenev VA, Kuleshov IV. Laser photodynamic therapy of purulent wounds with a photosensitizer of the chloride series. *Surgery. The N.I. Pirogov journal.* 2010; (12): 17-22. Russian (Толстых П. И., Дербенев В. А., Кулешов И. Ю. Лазерная фотодинамическая терапия гнойных ран с фотосенсибилизатором хлоридного ряда // Хирургия. Журнал им. Н. И. Пирогова. 2010. № 12. С. 17-22.)
 25. Radjabov AA, Derbenev VA, Ismailov GI, Spokoyny AL. Antibacterial photodynamic therapy of purulent wounds of soft tissues. *Laser Medicine.* 2017; 21(2):46-49. Russian (Раджабов А. А., Дербенев В. А., Исмаилов Г. И., Спокойный А. Л. Антибактериальная фотодинамическая терапия гнойных ран мягких тканей // Лазерная медицина. 2017. Т. 21, № 2. С. 46-49.)
 26. Shin EF, Duvanovsky VA, Eliseenko VI. Photodynamic therapy of experimental soft tissue gunshot wounds. *Laser Medicine.* 2017; 21(1):33-38. Russian (Шин Е. Ф., Дуванский В. А., Елисеенко В. И. Фотодинамическая терапия экспериментальных огнестрельных ран мягких тканей // Лазерная медицина. 2017. Т. 21, № 1. С. 33-38.)
 27. Solovyeva AB, Spokoyny AL, Rudenko TG, Shekhter AB, Glagolev NN, Aksenova NA, et al. The effect of water-soluble polymers on the activity of photodiazine in photodynamic therapy of purulent soft tissue wounds in the experiment. *Clinical Practice.* 2016; 2 (26):45-49. Russian (Соловьева А. Б., Спокойный А. Л., Руденко Т. Г., Шехтер А. Б., Глаголев Н. Н., Аксенова Н. А. и др. Влияние водорастворимых полимеров на активность фотодитазина при фотодинамической терапии гнойных ран мягких тканей в эксперименте // Клиническая практика. 2016. № 2 (26). С. 45-49.)
 28. Sagdiev RD, Tuisin SR. Application of photodynamic therapy in the complex treatment of purulent wounds. *Ural Medical Journal.* 2018; (7):102-104. Russian (Сагдиев Р. Д., Туйсин С. Р. Применение фотодинамической терапии в комплексном лечении гнойных ран // Уральский медицинский журнал. 2018. № 7. С. 102-104.)
 29. Eliseenko VI, Shin EF, Sorokaty AA. Morphological assessment of photodynamic therapy of purulent wounds with a photosensitizer complexed with amphiphilic polymers. *Hospital Medicine: Science and Practice.* 2019;1(1):49-52. Russian (Елисеенко В. И., Шин Е. Ф., Сорокатый А. А. Морфологическая оценка фотодинамической терапии гнойных ран с фотосенсибилизатором комплексированным с амфифильными полимерами // Госпитальная медицина: наука и практика. 2019. Т. 1, № 1. С. 49-52.)
 30. Ismailov GM, Slovokhodov EK, Yarema VI, Polsachev VI, Nikolaev NM, Chekanov VN. Results of treatment of infection in the area of surgical intervention by photodynamic therapy. *Endoscopic Surgery.* 2016;22(3):28-36. Russian (Исмаилов Г. М., Словоходов Е. К., Ярема В. И., Полсачев В. И., Николаев Н. М., Чеканов В. Н. Результаты лечения инфекции в области хирургического вмешательства методом фотодинамической терапии // Эндоскопическая хирургия. 2016. Т. 22, № 3. С. 28-36. DOI: 10.17116/endoskop201622328-36.)
 31. Shiryayev AA, Ivankov MP, Kalyagina NA, Voitova AV, Efendiev KT, Kuznetsov MR, et al. Photodynamic inactivation of antibiotic-resistant microflora of gunshot wounds under fluorescent control. *Surgery. Pirogov Journal.* 2025;(2):50-59. Russian (Ширяев А. А., Иванков М. П., Калягина Н. А., Войтова А. В., Эфендиев К. Т., Кузнецов М. Р. и др. Фотодинамическая инактивация антибиотикорезистентной микрофлоры огнестрельных ран под флуоресцентным контролем // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. 2025. № 2. С. 50-59.)
 32. Shin EF. Experimental substantiation of laser photodynamic therapy of gunshot wounds of soft tissues: specialty 14.01.17 "Surgery": abstracts of candidate of medical sciences. Moscow, 2018. 22 p. Russian (Шин Е. Ф. Экспериментальное обоснование лазерной фотодинамической терапии огнестрельных ран мягких тканей: специальность 14.01.17 «Хирургия»: автореф. дисс. ... канд. мед. наук. Москва, 2018. 22 с.)
 33. Spokoyny AL. Optimization of photodynamic therapy of purulent wounds of soft tissues: abstracts of candidate of medical sciences. Moscow. 2014. 118 p. Russian (Спокойный А. Л. Оптимизация фотодинамической терапии гнойных ран мягких тканей: дисс. ... канд. мед. наук. Москва. 2014. С. 118.)
 34. Shiryayev A, Ivankov M, Voitova A, Kalyagina N, Efendiev K, Pisareva T, et al. Photodynamic therapy under diagnostic control of wounds with antibiotic-resistant microflora. *Photonics.* 2024;11:594. DOI:10.3390/photonics11070594.
 35. Vecchio D, Dai TH, Huang LY, Fantetti L, Roncucci G, Hamblin MR. Antimicrobial photodynamic therapy with RLP068 kills methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* and improves wound healing in a mouse model of infected skin abrasion. *J Biophotonics.* 2013;6(9):733-742.
 36. Dai TH, Tegos GP, Zhiyentayev T, Mylonakis E, Hamblin MR. Photodynamic therapy for methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* infection in a mouse skin abrasion model. *Laser Surg Med.* 2010;42(1):38-44.
 37. Dai T, Tegos GP, Lu Z, Huang L, Zhiyentayev T, Franklin MJ, et al. Photodynamic therapy for *Acinetobacter baumannii* burn infections in mice. *Antimicrob Agents Ch.* 2009;53(9):3929-3934.
 38. Lambrechts SAG, Demidova TN, Aalders MCG, Hasan T, Hamblin MR. Photodynamic therapy for *Staphylococcus aureus* infected burn wounds in mice. *Photoch Photobio Sci.* 2005;4(7):503-509.
 39. Demidova TN, Gad F, Zahra T, Francis KP, Hamblin MR. Monitoring photodynamic therapy of localized infections by bioluminescence imaging of genetically engineered bacteria. *J Photoch Photobio B.* 2005;81(1):15-25.
 40. Hamblin MR, Zahra T, Contag CH, McManus AT, Hasan T. Optical monitoring and treatment of potentially lethal wound infections in vivo. *J Infect Dis.* 2003;187(11):1717-1725.

41. Hamblin MR, O'Donnell DA, Murthy N, Contag CH, Hasan T. Rapid control of wound infections by targeted photodynamic therapy monitored by in vivo bioluminescence imaging. *Photochem Photobiol.* 2002;75(1):51-57.
42. Chen Z, Zhang Y, Wang D, Li L, Zhou S, Huang JH, et al. Photodynamic antimicrobial chemotherapy using zinc phthalocyanine derivatives in treatment of bacterial skin infection. *J Biomed Opt.* 2016;21(1):18001.
43. Fu XJ, Zhu YQ, Peng YB, Chen YS, Hu YP, Lu HX, et al. Enzyme activated photodynamic therapy for methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* infection both in vitro and in vivo. *J Photoch Photobio B.* 2014;136:72-80.
44. Katayama B, Ozawa T, Morimoto K, Awazu K, Ito N, Honda N, et al. Enhanced sterilization and healing of cutaneous pseudomonas infection using 5-aminolevulinic acid as a photosensitizer with 410-nm LED light. *J Dermatol Sci.* 2018;90(3):323-331.
45. Morimoto K, Ozawa T, Awazu K, Ito N, Honda N, Matsumoto S, et al. Photodynamic therapy using systemic administration of 5-Aminolevulinic acid and a 410-nm wavelength light-emitting diode for methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*-infected ulcers in mice. *Plos One.* 2014;9(8):e105173.
46. Topaloglu N, Guney M, Yuksel S, Gulsoy M. Antibacterial photodynamic therapy with 808-nm laser and indocyanine green on abrasion wound models. *J Biomed Opt.* 2015;20(2):28003.
47. Simonetti O, Cirioni O, Orlando F, Alongi C, Lucarini G, Silvestri C, et al. Effectiveness of antimicrobial photodynamic therapy with a single treatment of RLP068/cl in an experimental model of *Staphylococcus aureus* wound infection. *Brit J Dermatol.* 2011;164(5):987-995.

Сведения об авторах:

Каярлиев А.Р., слушатель 2-го факультета подготовки врачей Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова, г. Санкт-Петербург, Россия. ORCID: 0009-0006-1105-3548

Кучев Р.Д., к.м.н., преподаватель кафедры военно-морской хирургии Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова, г. Санкт-Петербург, Россия. ORCID: 0000-0003-2449-1011

Рудаков Д.А., адъюнкт кафедры военно-морской хирургии Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова, г. Санкт-Петербург, Россия. ORCID: 0009-0004-0414-4471

Телицкий С.Ю., к.м.н., преподаватель кафедры военно-морской хирургии Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова, г. Санкт-Петербург, Россия. ORCID: 0000-0001-9127-7731

Коржук М.С., д.м.н., профессор, профессор кафедры военно-морской хирургии Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова, г. Санкт-Петербург, Россия. ORCID: 0000-0002-4579-2027

Бромберг Б.Б., к.м.н., врач-хирург клиники военно-морской хирургии Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова, г. Санкт-Петербург, Россия. ORCID: 0000-0001-5296-3456

Гирш А.О., д.м.н., профессор, профессор общей хирургии ФГБОУ ВО ОмГМУ Минздрава России, г. Омск, Россия. ORCID: 0000-0002-6503-096X

Черненко С.В., к.м.н., доцент, заведующий кафедрой общей хирургии ФГБОУ ВО ОмГМУ Минздрава России, г. Омск, Россия. ORCID: 0000-0002-2257-4748

Зверев Д.П., к.м.н., доцент, начальник кафедры физиологии подводного плавания Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова, г. Санкт-Петербург, Россия. ORCID: 0000-0003-3333-6769

Суров Д.А., д.м.н., профессор, начальник кафедры военно-морской хирургии Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова, г. Санкт-Петербург, Россия. ORCID: 0000-0002-4519-0018

Адрес для переписки:

Кучев Рафик Джабраилович, ул. Академика Лебедева, д. 6, г. Санкт-Петербург, Россия, 194044
Тел: +7 (981) 970-63-32
E-mail: dag_vmrg@mail.ru

Статья поступила в редакцию 18.07.2025

Рецензирование пройдено 25.07.2025

Подписано в печать 05.08.2025

Information about authors:

Kayarliyev A.R., student of the 2nd faculty of medical training, Kirov Military Medical Academy, Saint Petersburg, Russia. ORCID: 0009-0006-1105-3548

Kuchev R.D., candidate of medical sciences, lecturer of department of naval surgery, Kirov Military Medical Academy, Saint Petersburg, Russia. ORCID: 0000-0003-2449-1011

Rudakov D.A., adjunct of department of naval surgery, Kirov Military Medical Academy, Saint Petersburg, Russia. ORCID: 0009-0004-0414-4471

Telitsky S.Yu., candidate of medical sciences, lecturer of department of naval surgery, Kirov Military Medical Academy, Saint Petersburg, Russia. ORCID: 0000-0001-9127-7731

Korzhuk M.S., MD, PhD, professor, professor of department of naval surgery, Kirov Military Medical Academy, Saint Petersburg, Russia. ORCID: 0000-0002-4579-2027

Bromberg B.B., candidate of medical sciences, surgeon of clinic of naval surgery, Kirov Military Medical Academy, Saint Petersburg, Russia. ORCID: 0000-0001-5296-3456

Girsh A.O., MD, PhD, professor, professor of general surgery department, Omsk State Medical University, Omsk, Russia. ORCID: 0000-0002-6503-096X

Chernenko S.V., candidate of medical sciences, associate professor, chief of general surgery department, Omsk State Medical University, Omsk, Russia. ORCID: 0000-0002-2257-4748

Zverev D.P., candidate of medical sciences, associate professor, head of department of physiology of underwater diving, Kirov Military Medical Academy, Saint Petersburg, Russia. ORCID: 0000-0003-3333-6769

Surov D.A., MD, PhD, professor, chief of department of naval surgery, Kirov Military Medical Academy, Saint Petersburg, Russia. ORCID: 0000-0002-4519-0018

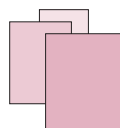
Address for correspondence:

Kuchev Rafik Dzhabrailovich, Academica Lebedeva str., 6, St. Petersburg, Russia, 194044
Tel: +7 (981) 970-63-32
E-mail: dag_vmrg@mail.ru

Received 18.07.2025

Review completed 25.07.2025

Passed for printing 05.08.2025



РЕФЕРАТЫ ПУБЛИКАЦИЙ

Источник: *Güsgen C, Breuing J, Prediger B, Bieler D, Schwab R. Surgical management of injuries to the abdomen in patients with multiple and/or severe trauma- a systematic review and clinical practice guideline update* = Хирургическое лечение травм живота у пациентов с множественными и/или тяжелыми травмами — систематический обзор и обновление клинических рекомендаций. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2025;51(1):177. DOI: 10.1007/s00068-025-02841-7.

Целью исследования было обновление основанных на фактических данных и консенсусе рекомендаций по хирургическому лечению травм живота у пациентов с множественными и/или тяжелыми травмами с использованием современных данных. Этот пункт является частью обновления Немецкого руководства по лечению пациентов с множественными и/или тяжелыми травмами 2022 года.

Методы. Систематический поиск в базах данных MEDLINE и Embase проведен за период по май 2021 г. В анализ включали рандомизированные контролируемые, проспективные когортные, поперечные и сравнительные регистровые исследования, если в них сравнивались методы хирургического лечения травм живота у пациентов с множественными и/или тяжелыми травмами. Учитывались клинические исходы, значимые для пациента, такие как смертность, продолжительность пребывания в стационаре и точность диагностических тестов. Риск смещения оценивался с помощью контрольных списков NICE 2012. Доказательства были обобщены в повествовательной форме, а для разработки рекомендаций и определения их силы использовался экспертный консенсус.

Результаты. Было выявлено три исследования. Темой этих исследований были консервативное лечение гемодинамически стабильных пациентов с изолированными тупыми повреждениями печени ($n = 1$) или селезенки ($n = 1$) и селективная ангиоэмболизация ($n = 1$). Ни одна из рекомендаций не была изменена. Была разработана одна дополнительная рекомендация. Одна рекомендация была удалена на основании обновленных данных и консенсуса экспертов. По всем рекомендациям достигнут устойчивый консенсус. Рекомендация о проведении диагностического перитонеального лаважа в особых случаях была полностью исключена. Была дана дополнительная рекомендация, в которой говорится, что проведение диагностической лапароскопии можно рассматривать у гемодинамически стабильных пациентов с проникающей травмой, когда существует терапевтическая неопределенность.

Источник: *Imanishi Y, Ohtake M, Akimoto T, Kawasaki T, Yasuda M, Shizawa K, et al. Multiple trauma and shock vital signs as potential for improved outcome in patients with severe head trauma* = Множественные травмы и шок: жизненно важные показатели как потенциал для улучшения исхода у пациентов с тяжелой черепно-мозговой травмой. *Acute Med Surg.* 2025;12(1):e70058. DOI: 10.1002/ams2.70058.

Цель — оценить прогностические факторы у пациентов с тяжелой черепно-мозговой травмой (шкала комы Глазго (GCS) ≤ 8 баллов) со всеми видами травм, включая травмы туловища, а также единичную тяжелую черепно-мозговую травму (сокращенная шкала травм (AIS) ≥ 3 баллов).

Методы. Включено 152 последовательных пациента с черепно-мозговой травмой (шкала AIS ≥ 3 баллов) и нарушениями сознания (шкала GCS ≤ 8 баллов), которые были госпитализированы с января 2017 г. по октябрь 2022 г. Изучены данные об анамнезе пациентов, жизненно важных показателях при поступлении, множественной травме (AIS ≥ 3 в двух или более анатомических участках), хирургическом вмешательстве и гематологических данных. Проведен ретроспективный анализ с использованием модифицированной шкалы Рэнкина, которая через 3 месяца была назначена в качестве первичной конечной точки.

Результаты. Средний возраст пациентов составил $57,6 \pm 23,4$ года (0–89 лет). У 49 (32,2 %) пациентов наблюдалась множественная травма, у 25 (16,4 %) — сопутствующий шок. В многофакторном анализе прогноза возраст ($p = 0,0007$) и уровень D-димера ($p = 0,0007$) были независимыми неблагоприятными прогностическими факторами. Напротив, у пациентов с множественной травмой ($p = 0,027$) и шоком ($p = 0,037$) прогноз был значительно лучше. В группе без шока у 97,6 % (41/42) пациентов в возрасте ≥ 50 лет и с уровнем D-димера 40 мкг/мл или выше прогноз через 3 месяца был неблагоприятным.

Выводы. Пожилой возраст и высокие уровни D-димера являются важными независимыми сопутствующими факторами у пациентов с тяжелым нарушением сознания, связанным с черепно-мозговой травмой. В то же время прогноз более благоприятен у пациентов, у которых нарушения сознания связаны с множественной травмой или недостаточностью кровообращения, что указывает на то, что быстрое улучшение состояния при недостаточности кровообращения может привести к лучшим результатам.

Источник: *Becker N, Błow JM, Franz N, Marzi I, Gebhard F, Eguchi A, et al. Assessment of early indicators for sepsis development in multiple trauma patients — the sepsis as trauma outcome prediction (stop) score* = Оценка ранних показателей развития сепсиса у пациентов с множественной травмой — шкала STOP Сепсис как прогноз исхода травмы. *Shock*. 2025;64(2):187-197. DOI: 10.1097/SHK.0000000000002626.

Актуальность. Инфекции являются частыми осложнениями в отделениях интенсивной терапии, особенно у пациентов с тяжелой множественной травмой, которые подвержены повышенному риску из-за иммунологических изменений, вызванных травмой. Гетерогенность пациентов с травмами затрудняет первоначальную оценку. Однако своевременное выявление пациентов, находящихся в группе риска, имеет решающее значение для определения терапии и профилактических мер. В данном исследовании оценивались факторы риска сепсиса и пневмонии у пациентов с множественными травмами с использованием нового параметра: внеклеточных частиц (ВЧ) клеточного происхождения в плазме.

Методы. В исследование были включены пациенты с тяжелыми множественными травмами в возрасте от 18 до 80 лет, с показателем шкалы ISS ≥ 16 баллов. Параметры, связанные с пациентом и травмой, оценивались на месте происшествия, при поступлении и в ходе лечения. Уровень ВЧ в плазме измерялся при поступлении с помощью внутривезикулярного окрашивания. Для разработки шкалы ранней оценки риска анализировались ключевые показатели, полученные в течение первых 24 часов.

Результаты. Из 124 пациентов у 16 развилась пневмония, у 29 — сепсис. Пневмония была связана со значительно более низкими показателями по шкале комы Глазго, более высокой частотой интубации в месте травмы и более высокими показателями по шкале SOFA при поступлении. Сепсис коррелировал с более высокими показателями шкалы ISS, повышенной частотой переливания крови в течение 24 часов, пониженным количеством лейкоцитов в первый день и пониженным уровнем малых ВЧ в плазме при поступлении. Эти переменные сформировали взвешенный показатель шкалы STOP. Показатель STOP > 3 показал положительную прогностическую ценность 59,4 % в течение 24 часов после поступления в отделение неотложной помощи в отношении последующего развития сепсиса.

Выводы. Риск развития пневмонии у пациентов с тяжелыми травмами был связан с нарушением сознания и уже имеющимися органными дисфункциями при поступлении. Пациентов с высоким риском сепсиса можно выявить на первый день после травмы с помощью шкалы STOP, которая включает в себя индекс ISS, частоту переливания крови в течение 24 часов, количество лейкоцитов на первый день и показатели малых ВЧ при поступлении.

Эта новая система оценок может облегчить разработку целевых терапевтических и профилактических стратегий для выявления групп высокого риска.

Источник: *Köhne CA, Weise A, Künsken N, Schweigkofler U, Kaltwasser A, Pelz S, et al. Criteria for trauma team activation and staffing requirements for the management of patients with (suspected) multiple and/or severe injuries in the resuscitation room — a systematic review and clinical practice guideline update* = Критерии активации травматологической бригады и требования к персоналу для лечения пациентов с (предполагаемыми) множественными и/или тяжелыми травмами в отделении реанимации — систематический обзор и обновление клинических рекомендаций. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2025;51(1):142. DOI: 10.1007/s00068-025-02817-7.

Цель исследования — обновить научно обоснованные и консенсусные рекомендации по критериям активации травматологической бригады и требованиям к персоналу для лечения пациентов с (предполагаемыми) множественными и/или тяжелыми травмами в отделении реанимации на основе имеющихся доказательств.

Данный пункт является частью обновления 2022 г. Немецких рекомендаций по лечению пациентов с множественными и/или тяжелыми травмами.

Методы. Систематический поиск в MEDLINE и Embase проводился по август 2021 г. Были получены дополнительные литературные данные от клинических экспертов. Рандомизированные контролируемые, проспективные когортные, поперечные и сравнительные регистрационные исследования включали в анализ, если в них сравнивались критерии выявления пациентов с тяжелыми травмами, требующими привлечения бригады травматологов или различных компонентов кадрового обеспечения (например, состав бригады, обучение) для лечения пациентов с (предполагаемыми) множественными и/или тяжелыми травмами в отделении реанимации. Учитывались релевантные для пациента исходы, такие как смертность, а также результаты прогностической точности. Риск систематической ошибки оценивался с помощью контрольных списков NICE 2012. Доказательства были обобщены в описательной форме, а для разработки рекомендаций и определения их силы использовался консенсус экспертов.

Результаты. Было выявлено 21 новое исследование. Потенциальные критерии активации бригады травматологов включали жизненно важные показатели (например, систолическое артериальное давление), тип и степень травмы (например, огнестрельное ранение), механизм травмы (например, дорожно-транспортное происшествие), вмешательства (например, дренажная трубка), особые критерии для пациентов пожилого возраста и комбинированные критерии (N = 20). Требования к персоналу реанимационного отделения включали

специальную подготовку для стажеров-ортопедов ($N = 1$). Две рекомендации были модифицированы, а также разработано шесть дополнительных рекомендаций. Все рекомендации, за исключением двух, достигли полного консенсуса.

Выводы. Основные рекомендации охватывают следующие темы: междисциплинарные бригады по оказанию помощи при травмах в реанимации; активация бригады по оказанию помощи при травмах для пациентов пожилого возраста; критерии активации бригады по оказанию помощи при травмах на основе физиологических, анатомических, интервенционных параметров и параметров механизма травмы.

Источник: Vrettou CS, Keskinidou C, Vassiliou AG, Poupouzas G, Jahaj E, Issaris V, et al. High levels of soluble neuropilin-1 in critically ill multiple trauma/surgical Patients = Высокий уровень растворимого нейропилина-1 у пациентов в критическом состоянии с множественными травмами/хирургическими вмешательствами. *Adv Med Sci.* 2025;70(1):191-196. DOI: 10.1016/j.advms.2025.02.007.

Актуальность. У пациентов, находящихся в критическом состоянии после травм или хирургических операций, может наблюдаться чрезмерное воспаление, нарушение иммунной и коагуляционной регуляции, что приводит к полиорганной недостаточности (ПОН) и высоким показателям смертности. Нейропилин-1 (NRP-1) и его растворимая изоформа (sNRP-1) участвуют в регуляции иммунного ответа, воспалении и проницаемости сосудов.

Целью данного исследования было изучение возможной роли sNRP-1 у пациентов с травмами/хирургическими вмешательствами в отделении интенсивной терапии (ОИТ).

Пациенты и методы. Это проспективное наблюдательное исследование проводилось в отделении интенсивной терапии на 31 койку и включало 81 пациента, 43 из которых были пациентами с травмами/хирургическими вмешательствами, а 38 — соответствующими пациентами терапевтического профиля, составившими контрольную группу. Уровни sNRP-1, интерлейкина (ИЛ)-6, ИЛ-8 и ИЛ-10 измерялись при поступлении в отделение интенсивной терапии (в течение 48 часов).

Результаты. У пациентов с травмами/хирургическими вмешательствами уровни sNRP-1 ($p = 0,027$), ИЛ-6, ИЛ-8 и ИЛ-10 ($p < 0,05$) были значительно выше, чем у пациентов терапевтического профиля. Во всей когорте sNRP-1 положительно коррелировал с международным нормализованным отношением ($p = 0,017$), активированным частичным тромбопластиновым временем ($p = 0,026$), фибриногеном ($p = 0,027$), аланинаминотрансферазой ($p = 0,024$) и С-реактивным белком ($p = 0,004$). Более того, sNRP-1 отрицательно коррелировал с общим белком ($p = 0,035$), альбумином ($p = 0,005$) и тромбоцитами ($p = 0,033$).

Выводы. Уровень sNRP-1 был повышен у пациентов с травмами/хирургическими вмешательствами в критическом состоянии по сравнению с пациентами терапевтического профиля. Необходимы дальнейшие исследования для выяснения точной роли sNRP-1 в патофизиологии данных пациентов.

Источник: Olver J, Fedele B, Tuminello M, McKenzie D, O'Meara K, Hill B, et al. The value of inpatient rehabilitation on patient function and quality of life after multiple trauma = Значение стационарной реабилитации для функционального состояния и качества жизни пациента после множественной травмы. *Injury.* 2025;56(7):112409. DOI: 10.1016/j.injury.2025.112409.

Актуальность. Множественные травмы могут приводить к инвалидности, а также вызывают различные функциональные нарушения. Реабилитация является частью процесса лечения травм. Однако имеются лишь незначительные доказательства об исходах у пациентов после множественных травм и эффективности реабилитации.

Данное исследование основано на концепции ценностно-ориентированного здравоохранения и направлено на оценку влияния множественной травмы на функционирование и качество жизни пациентов, а также на взаимосвязь между этими результатами и стоимостью стационарной реабилитации. Целью исследования также было получение мнения пациентов о направлениях здравоохранения, которые следует учитывать в будущих исследованиях травматологии.

Методы. В этом проспективном когортном исследовании приняли участие 62 взрослых пациента специализированного стационарного реабилитационного отделения с множественными повреждениями опорно-двигательного аппарата. Качество жизни пациентов, связанное со здоровьем, оценивалось с помощью краткой анкеты о состоянии здоровья из 12 пунктов (версия 2) (SF-12v2). Анкета SF-12v2 заполнялась во время стационарной реабилитации (для оценки качества жизни пациентов до травмы) и посредством телефонного опроса через две недели после выписки из реабилитационного отделения. Пациенты также самостоятельно оценивали свою удовлетворенность опросником SF-12v2 и определяли важные аспекты здоровья, требующие внимания после множественной травмы. Были собраны данные о текущей реабилитации в стационаре, включая: показатель функциональной независимости (Functional Independence Measure, FIM) (оценивает функциональную независимость пациентов при поступлении и выписке из реабилитационного центра) и демографические данные.

Результаты. Средний возраст участников выборки составил 51,6 года (стандартное отклонение: 17,8), большинство составили мужчины (69,4 %). В период между поступлением в реабилитационное отделение и выпиской у пациентов наблюдалось статистически значимое улучшение функционального состояния (по данным FIM). Однако качество жизни (по шкале SF-12v2) значительно снизилось в период от момента получения травмы до момента выписки из больницы. В обоих случаях наблюдалось увеличение доли пациентов, у которых показатели качества жизни были ниже норм. Увеличение расходов на реабилитацию (т. е. более длительное пребывание в стационаре) положительно и достоверно коррелировало с повышением функциональной независимости, хотя и не с показателями качества жизни. Пациенты выделяли важные аспекты здоровья, связанные с индивидуальными результатами (например, психическое здоровье, ограничения, цели) и семейными факторами.

Выводы. В данном исследовании сообщается, что индивидуальная программа реабилитации оказалась экономически эффективной и привела к значительному улучшению функциональных показателей. После множественной травмы качество жизни пациентов значительно ухудшилось, что свидетельствует о необходимости долгосрочного и комплексного плана лечения, включающего психологическую и медицинскую помощь.

Источник: Klingebiel FK, Landre V, Hasegawa M, Kalbas Y, Hanschen M, Sawachchi K, et al. *The three stages of polytrauma rehabilitation- a recommendation and a systematic literature review on behalf of SICOT* = Три этапа реабилитации при политравме — рекомендации и систематический обзор литературы от общества SICOT. *Int Orthop.* 2025;49(2):365-374. DOI: 10.1007/s00264-024-06385-0.

Актуальность. Политравма представляет собой опасное состояние, оказывающее огромное влияние на жизнь пациента. Несмотря на прилагаемые усилия для совершенствования алгоритмов лечения, реабилитация часто остается вне поля зрения. Правильная реабилитация имеет решающее значение для возвращения пациентов к прежней жизни. Целью данного исследования, проведенного по поручению Исследовательской группы по травмам и реабилитации SICOT, было выявление стратегий и стандартов реабилитации в существующей научной литературе.

Методы. Проведен систематический поиск литературы в базах данных MEDLINE и Embase за период с 2000 по 2023 г. Критерием включения было описание стратегий реабилитации при политравме в острой, пост-острой или длительной стадии. Информация о целях лечения, проведенных терапевтических мероприятиях и проблемах была извлечена и стратифицирована по стадиям.

Результаты. Всего было выявлено 5212 исследований, из которых 6 обзоров и одно оригинальное исследование были включены в анализ в соответствии с критериями. В целом не удалось найти ни одной статьи с более высокой степенью доказательности по вопросам реабилитации при политравме. В доступной литературе описаны алгоритмы реабилитации и основные трудности, возникающие в ее процессе.

Выводы. Данное исследование подчеркивает необходимость стандартизированных алгоритмов реабилитации при политравме, хотя не удалось получить важную информацию о каждом этапе реабилитации, не обнаружено конкретных данных, позволяющих определить приоритетность различных методов или алгоритмов лечения. Реабилитацию при политравме требуется подвести к доказательной базе.

Источник: Ruf C, Kluth L, Wahlen S, Breuing J, Nestler T. *Initial surgical management of injuries to the urogenital tract in patients with polytrauma and/or severe injuries: a systematic review and clinical practice guideline update* = Первичное хирургическое лечение повреждений урогенитального тракта у пациентов с политравмой и/или тяжелыми травмами: систематический обзор и клиническая практика и обновление клинических рекомендаций. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2025;51(1):182. DOI: 10.1007/s00068-025-02847-1.

Актуальность. Целью исследования было обновление обоснованных и консенсусных рекомендаций по первичному хирургическому лечению урогенитальных травм у пациентов с политравмой и/или тяжелыми травмами на основе современных данных. Данная тема является частью обновления Немецкого руководства по лечению пациентов с политравмой и/или тяжелыми травмами 2022 г.

Методы. В базах MEDLINE и Embase проведен систематический поиск за период по июнь 2021 г. Рандомизированные контролируемые, проспективные когортные и сравнительные регистрационные исследования включали в обзор, если в них сравнивались хирургические и/или терапевтические вмешательства при травмах мочеполовой системы в условиях стационара. В качестве косвенных исходов рассматривались значимые для пациента клинические исходы, такие как смертность и остановка кровотечения, а также параметры коагуляции. Риск систематической ошибки оценивался с помощью контрольных списков NICE 2012. Доказательства были обобщены в повествовательной форме, а для разработки рекомендаций и определения их обоснованности использовался консенсус экспертов.

Результаты. Были выявлены два новых исследования. В них рассматривались сравнение результатов хирургического и консервативного лечения, а также применение хирургического восстановления и катетерного

дренирования у пациентов с внебрюшинными повреждениями мочевого пузыря. Три рекомендации были изменены, одна из них — по редакционным причинам. По всем рекомендациям достигнут консенсус.

Выводы. Даны следующие основные рекомендации. 1. Повреждения почечной артерии можно лечить эндоваскулярным методом. 2. В зависимости от типа и тяжести травмы, а также сопутствующих повреждений повреждения почек следует лечить с целью их сохранения. 3. Внебрюшинные разрывы мочевого пузыря без повреждения шейки мочевого пузыря следует лечить консервативно с помощью катетеризации.

Источник: Zhou ZH, Mao J, Cao D. Risk factors for posttraumatic stress disorder in patients with multiple injuries and its relationship with anxiety and depression = Факторы риска посттравматического стрессового расстройства у пациентов с множественными травмами и его связь с тревогой и депрессией. *World J Psychiatry*. 2025;15(7):105742. DOI: 10.5498/wjp.v15.i7.105742.

Актуальность. Пациенты с множественными травмами страдают не только от физических повреждений, но и от потенциальных психологических расстройств, таких как посттравматическое стрессовое расстройство (ПТСР), тревожность и депрессия. Сопутствующее ПТСР у таких пациентов может привести к длительным физическим и психическим проблемам, что еще больше увеличивает расходы на их лечение.

Цель — определить связь между факторами высокого риска ПТСР и тревожностью, а также депрессией у пациентов с множественными травмами.

Методы. В исследовании приняли участие 110 пациентов с множественными травмами, госпитализированных в период с ноября 2022 по ноябрь 2024 г.

Были подсчитаны количество и процент пациентов, у которых развилось ПТСР. Для изучения факторов высокого риска развития ПТСР проведен однофакторный и многофакторный анализ. Впоследствии была проанализирована связь данных факторов с уровнями тревожности и депрессии.

Результаты. ПТСР выявлено у 33 из 110 пациентов (30 %). Однофакторный анализ выявил значительную связь между ПТСР, возрастом, личностными особенностями, шкалой тревожности Гамильтона (НАМА), шкалой депрессии Гамильтона (НАМД), экономическим положением, негативными жизненными событиями и анамнезом курения у пациентов с множественными травмами. Кроме того, многофакторный анализ показал, что возраст, НАМА, НАМД, ежемесячный доход и негативные жизненные события являются значимыми факторами высокого риска развития ПТСР у таких пациентов. Что касается связи между данными факторами, шкалами НАМА и НАМД, то возраст продемонстрировал значимую положительную корреляцию ($r = 0,398$, $p < 0,001$; $r = 0,387$, $p < 0,001$), ежемесячный доход показал значимую отрицательную корреляцию ($r = -0,437$, $p < 0,001$; $r = -0,319$, $p < 0,001$), негативные жизненные события — значимую положительную корреляцию ($r = 0,505$, $p < 0,001$; $r = 0,365$, $p < 0,001$).

Выводы. Результаты показывают, что возраст, шкалы НАМА, НАМД, ежемесячный доход и негативные жизненные события являются факторами высокого риска ПТСР, тревожности и депрессии у пациентов с множественными травмами.

Источник: Bekbossynova M, Saliev T, Mukarov M, Sugralimova M, Batpen A, Kozhakhmetova A, et al. Indirect Myocardial Injury in Polytrauma: Mechanistic Pathways and the Clinical Utility of Immunological Markers = Непрямое повреждение миокарда при политравме: механизмы и клиническая ценность иммунологических маркеров. *J Cardiovasc Dev Dis*. 2025;12(7):268. DOI: 10.3390/jcdd12070268.

Повреждение миокарда вследствие политравмы — серьезное, но часто недооцененное состояние, способствующее развитию острой сердечной дисфункции и долгосрочных сердечно-сосудистых осложнений.

В данном обзоре рассматривается роль системного воспаления, оксидантного стресса, нейрогормональной активации и нарушений иммунной регуляции при травматическом повреждении миокарда. Ключевые иммунологические маркеры, включая интерлейкин-6 (ИЛ-6), фактор некроза опухоли альфа (ФНО- α), интерлейкин-1 бета (ИЛ-1 β), моноцитарный хемоаттрактантный белок-1 (MCP-1) и молекулы адгезии (ICAM-1, VCAM-1), участвуют в эндотелиальной дисфункции, апоптозе миокарда и ремоделировании желудочков. Взаимодействие данных факторов потенциально усугубляет повреждение сердца, увеличивая риск сердечной недостаточности. Ранняя диагностика с использованием биомаркеров в сочетании с передовыми методами визуализации, такими как спекл-трекинг эхокардиография и МРТ сердца, открывает многообещающие возможности для стратификации риска и целенаправленного вмешательства. Противовоспалительная и модулирующая оксидантный стресс терапия может смягчить повреждение миокарда и улучшить результаты лечения.

В данной статье подчеркивается клиническая значимость интеграции иммунологических маркеров в диагностические и терапевтические стратегии для улучшения лечения сердечной дисфункции, связанной с травмой, и снижения долгосрочной заболеваемости.

Источник: Dabetic U, Grupkovic J, Zagorac S, Aleksandric D, Bogosavljevic N, Tulic G. *Advances in Managing Pelvic Fractures in Polytrauma: A Comprehensive Review*= Достижения в области лечения переломов таза при политравме: всесторонний обзор. *J Clin Med.* 2025;14(5):1492. DOI: 10.3390/jcm14051492.

Актуальность. Переломы таза относятся к наиболее сложным и опасным для жизни травмам в травматологии и ортопедии. Зачастую они возникают в результате высокоэнергетической травмы и приводят к серьезным осложнениям. В этом обзоре обобщены последние достижения в области лечения травм таза. Особое внимание уделяется сравнению стратегий ортопедии контроля повреждений (damage control orthopedics (DCO)) и концепции немедленной тотальной помощи (early total care (ETC)), оперативному и консервативному лечению, а также результатам минимально инвазивных и традиционных методов открытой репозиции с внутренней фиксацией.

Результаты. Сравнительный анализ показывает, что концепция DCO остается предпочтительным подходом для пациентов с нестабильной гемодинамикой. Здесь первостепенное внимание уделяется быстрой стабилизации состояния и снижению смертности от кровотечения. Концепция ETC продемонстрировала превосходные результаты функционального восстановления у стабильных пациентов с политравмой, с уменьшением числа легочных осложнений на 30–40 % и сокращением времени пребывания в отделении интенсивной терапии при реализации принципов концепции в течение 24–48 часов после травмы. Кроме того, чрескожная фиксация снижает риск травматизации мягких тканей и инфицирования, но увеличивает вероятность неправильного сращения переломов, в то время как открытая репозиция с внутренней фиксацией обеспечивает превосходное анатомическое восстановление с более высоким риском послеоперационных инфекций. Гибридные подходы, сочетающие чрескожную технику с ограниченной открытой репозицией, демонстрируют многообещающие возможности минимизации времени операции и количества осложнений при достижении стабильной фиксации.

Выводы. Данные результаты подтверждают важность адаптации хирургических стратегий к физиологии пациента и характеру травм. Концепции DCO и ETC играют разные, но взаимодополняющие роли, а новые гибридные методы предлагают компромиссное решение, сочетающее стабильность и снижение заболеваемости. Прецизионный подход к медицине, интегрирующий предиктивное моделирование на основе искусственного интеллекта и реальные клинические данные, имеют решающее значение для оптимизации результатов и разработки протоколов лечения, основанных на фактических данных. Для валидации этих подходов и разработки стандартизированных рекомендаций по лечению переломов таза необходимы масштабные многоцентровые исследования.



БИБЛИОГРАФИЯ ПО ПРОБЛЕМАМ ПОЛИТРАВМЫ

Публикации

Алахвердиева З. Р., Гасанов А. И. Оказание медицинской помощи пациентам с политравмой в РЦТО: анализ подходов и результатов // Современные подходы к диагностике и лечению травматологических и ортопедических больных : сборник тезисов IX Межрегиональной научно-практической конференции с международным участием (посвященной 60-летию ортопедо-травматологической службы Республики Дагестан и 30-летию Республиканского центра травматологии и ортопедии им. Н.Ц. Цахаева), Махачкала, 17–18 апреля 2025 года. Махачкала: Издательско-полиграфический центр ДГМУ, 2025. С. 25-27.

Белова А. Н., Калинина Т. С., Буйлова Т. В., Фомин С. В., Полякова А. Г. Современные методы медицинской реабилитации пациентов с травмами периферических нервов и плечевого сплетения (обзор) // Современные технологии в медицине. 2025. Т. 17, № 2. С. 86-100. DOI: 10.17691/stm2025.17.2.08.

Бобоалиев А. М., Рахимов Н. Г., Курбанов С. Х., Саидзода Ш. С., Хомидов З. З., Махмудов Д. Ш. Медико-социальные аспекты у больных с политравмами // Светоч науки. 2025. № 1. С. 102-109.

Васильева К. Д., Губанова Г. Ф., Игнатъева Е. Н., Шувалова Н. В. Сочетанная хирургическая травма: современная диагностика и лечение // Актуальные вопросы оториноларингологии : материалы научно-практической конференции, Чебоксары, 24 мая 2025 года. Чебоксары: Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова, 2025. С. 22-27.

Васильченко М. В., Волчков В. А., Бунин С. А., Рычков В. Л., Румянцев А. В., Волчков Г. В. Анализ структуры боевых травм, полученных в ходе специальной военной операции (по опыту оказания квалифицированной и специализированной хирургической помощи в многопрофильном стационаре) // Неотложная хирургия им. И.И. Джанелидзе. 2025. № 1(18). С. 16-22. DOI: 10.54866/27129632_2025_1_16.

Гасанов А. И., Атаев А. Р. Профилактика синдрома жировой эмболии у пациентов с политравмой // Современные подходы к диагностике и лечению травматологических и ортопедических больных : сборник тезисов IX Межрегиональной научно-практической конференции с международным участием (посвященной 60-летию ортопедо-травматологической службы Республики Дагестан и 30-летию Республиканского центра травматологии и ортопедии им. Н.Ц. Цахаева), Махачкала, 17–18 апреля 2025 года. Махачкала: Издательско-полиграфический центр ДГМУ, 2025. С. 49-52.

Гриневич В. Б., Кравчук Ю. А., Потапова И. В., Березовская О. Г. Взаимосвязь кишечной микробиоты и гранулоцитопоза у пациентов с политравмой // Молчановские чтения-2025 : материалы Всероссийского междисциплинарного конгресса, Санкт-Петербург, 14–15 марта 2025 года. Санкт-Петербург: Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова, 2025. С. 28-33.

Гудков С. А., Попова О. Н., Кислов В. А. Особенности шокогенных травм у пострадавших при дорожно-транспортных происшествиях на автомобильной дороге федерального значения М-8 «Холмогоры» в Архангельской области // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. 2025. № 1. С. 35-42. DOI: 10.25016/2541-7487-2025-0-1-35-42.

Гусейнов А. Г., Гусейнов А. А., Магомедалиев Д. И., Губулов Ю. М., Ибрагимов Р. Н. Способы усовершенствования АВФ при лечении высокоэнергетических переломов таза и конечностей в условиях политравмы // Современные подходы к диагностике и лечению травматологических и ортопедических больных : сборник тезисов IX Межрегиональной научно-практической конференции с международным участием (посвященной 60-летию ортопедо-травматологической службы Республики Дагестан и 30-летию Республиканского центра травматологии и ортопедии им. Н.Ц. Цахаева), Махачкала, 17–18 апреля 2025 года. – Махачкала: Издательско-полиграфический центр ДГМУ, 2025. С. 55-58.

Давлатзода Б. Х., Рахматова Р. А. Вопросы интенсивной терапии, обезболивания пострадавших с сочетанной травмой, с преимущественным повреждением головного мозга // Светоч науки. 2024. № 2. С. 74-81..

Завада Н. В., Волошенюк А. Н., Ладутько И. Н., Ладутько И. М. Наш опыт оказания медицинской помощи при сочетанной травме на госпитальном этапе // Современные аспекты клинической и экспериментальной хирургии : сборник материалов Республиканской научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения профессора А.В. Шотта, Минск, 14 марта 2025 года. Минск: Белорусский государственный медицинский университет, 2025. С. 100-104.

Мальцев К. К. Пенильная реабилитация после тяжелой сочетанной травмы // Фундаментальная наука и клиническая медицина - человек и его здоровье : материалы XXVIII Международной медико-биологической конференции молодых исследователей, Санкт-Петербург, 26 апреля 2025 года. Санкт-Петербург: ООО Издательский дом «Сциентиа», 2025. С. 921-922.

Мосягина Н. А., Киселев А. И. Хирургическое лечение пациентов с минно-взрывной травмой в урологической практике // Фундаментальная наука и клиническая медицина - человек и его здоровье : материалы XXVIII Международной медико-биологической конференции молодых исследователей, Санкт-Петербург, 26 апреля 2025 года. Санкт-Петербург: ООО Издательский дом «Сциентиа», 2025. С. 929-930.

Розин Ю. Э., Панов А. П., Малашко А. В., Ворнаевская В. В., Далецкая Е. А. Использование сочетанной анестезии при анестезиологическом обеспечении ипослеоперационном обезболивании оперативных вмешательств у ребенка с политравмой // Медицинские новости. 2025. № 3(366). С. 54-55.

Устьянцева И. М., Агаджанян В. В. Data Mining распределения эритроцитов по объему (RDW) в прогнозировании летальности при политравме // Вестник Российской академии естественных наук. Западно-Сибирское отделение. 2024. № 26. С. 213-231.

Чурилов А. В., Свиридова В. В., Носкова О. В. Опыт ведения беременности с минно-взрывной травмой // Мать и дитя в Кузбассе. 2025. № 1(100). С. 124-128. DOI: 10.24412/2686-7338-2025-1-124-128.

Alameddine S, Khan N, Purohit SA, Bhambri A, Nerella R. Multidisciplinary management of complex trauma and burn injuries: a case series of challenging clinical scenarios = Междисциплинарное лечение сложных травм и ожогов: серия сложных клинических случаев. *Cureus*. 2024;16(12):e76446. DOI: 10.7759/cureus.76446.

Ansems K, Steinfeld E, Skoetz N, Aleksandrova E, Metzendorf MI, Breuer T, et al. Early versus late tracheostomy in people with multiple trauma. *Cochrane Database Syst Rev* = Ранняя и поздняя трахеостомия у людей с множественной травмой. Обзор системы базы данных Кокрана. 2025;8(8):CD015932. DOI: 10.1002/14651858.CD015932.pub2.

Benning D, Hackenberg L, Pavlu F, Weber W, Franke A, Kollig E, et al. New recommendations for the care of severely injured patients: revision of the S3 guideline on treatment of polytrauma/severe injuries = Новые рекомендации по уходу за тяжелоранеными пациентами: пересмотр руководства S3 по лечению политравмы/тяжелых травм. *Z Orthop Unfall*. 2024;162(6):630-637. DOI: 10.1055/a-2276-6357.

Dormann J, Dahms K, Steinfeld E, Ansems K, Janka H, Metzendorf MI, et al. Crystalloid vs colloid fluid resuscitation in polytrauma patients: a systematic review = Кристаллоидная и коллоидная инфузионная терапия у пациентов с политравмой: систематический обзор. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2025;51(1):271. DOI: 10.1007/s00068-025-02921-8.

Hartensuer R, Weise A, Breuing J, Bieler D, Sprengel K, Huber-Wagner S, Högel F. Initial surgical management of spinal injuries in patients with multiple and/or severe injuries- the 2022 update of the German clinical practice guideline = Первичное хирургическое лечение травм позвоночника у пациентов с множественными и/или тяжелыми травмами – обновление немецких клинических рекомендаций 2022 года. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2025;51(1):70. DOI: 10.1007/s00068-024-02759-6.

Hübner CT, Schulte L, Klingebiel F, de Fraiture E, Kalbas Y, Shehu A, et al. Neutrophil cell surface receptor dynamics following trauma: a systematic review = Динамика рецепторов на поверхности нейтрофильных клеток после травмы: систематический обзор. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2025;51(1):270. DOI: 10.1007/s00068-025-02937-0.

Jensen KO, Prediger B, Könsgen N, Teuben MPJ. Initial surgical management of injuries to the lower extremities in patients with multiple and/or severe injuries - a systematic review and clinical practice guideline update = Первичное хирургическое лечение травм нижних конечностей у пациентов с множественными и/или тяжелыми травмами — систематический обзор и обновление рекомендаций по клинической практике. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2024;50(6):3329-3350. DOI: 10.1007/s00068-024-02662-0.

Lyng JW, Corsa JG, Raetzke BD, Wilson BR, McCoy A, Patterson SC, et al. Prehospital Trauma Compendium: evaluation and management of suspected pelvis fractures - An NAEMSP position statement and resource document = Справочник по догоспитальной травме: оценка и лечение предполагаемых переломов таза — заявление о позиции NAEMSP и справочный документ. *Prehosp Emerg Care*. 2025; 11:1-35. DOI: 10.1080/10903127.2025.2540420.

Millin MG, Innes JC, King GD, Abo BN, Kelly SM, Knoles CL, et al. Prehospital Trauma Compendium: prehospital management of spinal cord injuries - A NAEMSP comprehensive review and analysis of the literature = Сборник по догоспитальной травме: догоспитальное лечение травм спинного мозга — комплексный обзор и анализ литературы NAEMSP. *Prehosp Emerg Care*. 2025;7:1-13. DOI: 10.1080/10903127.2025.2541258.

Ntola VC, Hardcastle TC, Nkwanyana NM. Management of non-vascular injuries in patients admitted in trauma ICU secondary to polytrauma with major vascular injury - Institutional experience = Лечение несосудистых травм у пациентов, поступивших в отделение интенсивной терапии, вследствие политравмы с серьезным сосудистым повреждением — опыт учреждения. *Injury*. 2025;56(1):111941. DOI: 10.1016/j.injury.2024.111941.

Wagner HJ, Goossen K, Hilbert-Carius P, Braunschweig R, Kildal D, Hinck D, et al. Endovascular management of haemorrhage and vascular lesions in patients with multiple and/or severe injuries: a systematic review and clinical practice guideline update = Эндоваскулярное лечение кровотечений и сосудистых поражений у пациентов с множественными и/или тяжелыми травмами: систематический обзор и обновление клинических рекомендаций. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2025;51(1):22. DOI: 10.1007/s00068-024-02719-0.



**КРУПНЕЙШИЙ
МУЛЬТИДИСЦИПЛИНАРНЫЙ
ФОРУМ ПО ХИРУРГИИ ПОВРЕЖДЕНИЙ**



Краснопресненская
набережная, дом 12
подъезд 4



ognestrel-conf.ru

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 электронный адрес редакции: mail@poly-trauma.ru — 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, межстрочный 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.

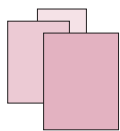
Если принято решение о принятии статьи к публикации, редакция уведомляет авторов о сроках публикации. На электронный адрес автора для переписки высылается корректура, которую необходимо вычитать и вернуть в редакцию с прилагаемым списком исправлений в течение 3 календарных дней. В противном случае статья 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

E-mail: mail@poly-trauma.ru

Интернет-сайт: www.poly-trauma.ru

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.



Журнал реферируется
РЖ ВИНТИ

Индексация:

РИНЦ
SCOPUS

Ulrich's International Periodicals Directory
WorldCat, BASE, Open Archives

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).

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