

1/2023

ПОЛИТРАВМА/ POLYTRAUMA

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

Учредитель:
Благотворительный Фонд
центра охраны здоровья
шахтеров

Журнал реферируется
РЖ ВНИИТИ

Индексация:
РИНЦ
SCOPUS
Ulrich's International
Periodicals Directory

Адрес редакции:

652509,
Кемеровская обл.,
г. Ленинск – Кузнецкий,
ул. Микрорайон 7, д. 9
Телефоны:
+7 (38456) 2-38-88; 9-55-34
E-mail: mail@poly-trauma.ru
irmaust@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:
21.03.2023

Дата выхода в свет:
25.03.2023

Тираж: 1000 экз.

Цена свободная

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

Редакционная коллегия

Главный редактор

Зам. главного редактора

д.м.н., профессор

д.б.н., профессор

д.м.н.

к.м.н.

В. В. Агаджанян

И. М. Устьянцева

А. Х. Агаларян

А. А. Корыткин

Ленинск-Кузнецкий

Ленинск-Кузнецкий

Ленинск-Кузнецкий

Новосибирск

Научные редакторы

д.м.н., профессор, чл.-кор. РАН

д.м.н., профессор

д.м.н., профессор

д.м.н., профессор

д.м.н., профессор

д.м.н., профессор

д.м.н.

д.м.н.

д.м.н.

д.м.н.

д.м.н.

д.м.н.

д.м.н.

д.м.н., профессор

д.м.н.

Н. В. Загородний

Г. В. Коробушкин

А. А. Завражнов

В. В. Хомяков

И. Н. Лейдерман

И. Ф. Ахтямов

А. О. Гирш

М. М. Стуканов

Л. М. Афанасьев

С. А. Кравцов

А. Ю. Милуков

А. В. Новокосов

А.А. Пронских

О. И. Хохлова

Д. Г. Данцигер

А. С. Бенья

Москва

Москва

Санкт-Петербург

Санкт-Петербург

Санкт-Петербург

Казань

Омск

Омск

Ленинск-Кузнецкий

Ленинск-Кузнецкий

Ленинск-Кузнецкий

Ленинск-Кузнецкий

Ленинск-Кузнецкий

Новокузнецк

Новокузнецк

Самара

Редакционный совет

д.м.н., профессор, академик РАН

д.м.н., профессор, чл.-кор. РАН

д.м.н., профессор, академик РАН

д.м.н., профессор, чл.-кор. РАН

д.м.н., профессор, академик РАН

д.м.н., профессор

д.м.н.

д.м.н.

д.м.н., профессор

д.м.н., профессор, академик РАН

д.м.н., профессор

д.м.н., профессор

д.м.н., профессор

д.м.н., профессор, академик РАН

д.м.н., профессор, академик РАН

д.м.н., профессор

д.м.н., профессор

д.м.н., профессор

д.м.н., профессор, чл.-кор. РАН

д.м.н., профессор

д.м.н., профессор

д.м.н., профессор, академик РАН

д.м.н., профессор, чл.-кор. РАН

д.м.н., профессор

д.м.н., профессор

д.м.н., профессор, академик РАН

MD, PhD

MD

MD

MD

MD

MD

MD

MD, FRCS, FACS

MD, PhD

С. П. Миронов

В. В. Мороз

А. Ш. Хубутя

С. С. Петриков

С. Ф. Гончаров

А. Г. Аганесов

А. И. Ярошецкий

Л. К. Брижань

Р. М. Тихилов

А. Г. Баиндурашвили

И. М. Самохвалов

Е. К. Гуманенко

А. К. Дулаев

В. В. Ступак

В. А. Козлов

Л. С. Барбараш

Г. К. Золотов

А. В. Бондаренко

Е. Г. Григорьев

К. А. Апарцин

В. А. Сорокиных

И. А. Норкин

Г. П. Котельников

В. И. Шевцов

В. В. Ключевский

М. Ю. Каримов

В. П. Айвазян

Г. К. Папе

Р. Пфайфер

А. Бляхер

Р. Ф. Видман

Д. Л. Хелфет

Р. М. Хайндс

Н. Вольфсон

А. Лернер

Москва

Москва

Москва

Москва

Москва

Москва

Москва

Москва

Москва

Санкт-Петербург

Санкт-Петербург

Санкт-Петербург

Санкт-Петербург

Новосибирск

Новосибирск

Кемерово

Новокузнецк

Барнаул

Иркутск

Иркутск

Иркутск

Саратов

Самара

Курган

Ярославль

Ташкент, Узбекистан

Ереван, Армения

Цюрих, Швейцария

Цюрих, Швейцария

Нью-Йорк, США

Нью-Йорк, США

Нью-Йорк, США

Нью-Йорк, США

Сан-Франциско, США

Зефат, Израиль

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

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

[СОДЕРЖАНИЕ]

6 ОРИГИНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПОВРЕЖДЕНИЯ ДИСТАЛЬНОГО
СУХОЖИЛИЯ ДВУГЛАВОЙ МЫШЦЫ ПЛЕЧА С ПРИМЕНЕНИЕМ
КОРТИКАЛЬНЫХ ПУГОВИЦ

Медведчиков А. Е., Анастасиева Е. А., Прохоренко В. М.,
Кирилова И. А.

17 АНЕСТЕЗИОЛОГИЯ И РЕАНИМАТОЛОГИЯ

ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ ПИТАТЕЛЬНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ
У ПАЦИЕНТОВ С ОСТРЫМ РЕСПИРАТОРНЫМ ДИСТРЕСС-
СИНДРОМОМ (СООБЩЕНИЕ 2)

Гирш А. О., Мищенко С. В., Степанов С. С., Клементьев А. В.,
Черненко С. В., Крестникова Е. Н.

24 ОЦЕНКА КОГНИТИВНОГО СТАТУСА В ПЕРИОПЕРАЦИОННОМ ПЕРИОДЕ У ГЕРОНТОЛОГИЧЕСКИХ ПАЦИЕНТОВ

Кочеткова М.В., Хабаров Д.В., Солуянов М.Ю., Смагин А.А.,
Сюткина И. П., Демур А.Ю., Мионов Д.В.

29 КЛИНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ХИРУРГИИ

ОСОБЕННОСТИ ДИАГНОСТИКИ И ЛЕЧЕНИЯ ПОВРЕЖДЕНИЙ
ПАРЕНХИМАТОЗНЫХ ОРГАНОВ ЖИВОТА ПРИ ПОЛИТРАВМЕ

Ротыкин Е.А., Агаларян А.Х., Агаджанян В.В.

34 ТРАВМАТИЧЕСКИЕ ПОВРЕЖДЕНИЯ ПЕЧЕНИ

Подолужный В. И., Радионов И. А., Пельц В. А.,
Старцев А. Б., Краснов К. А., Шаталов В. А.

39 КЛИНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ТРАВМАТОЛОГИИ И ОРТОПЕДИИ

ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ ОГНЕСТРЕЛЬНЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ
ОБЛАСТИ ТАЗА И ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА

Боровой И.С., Герусов М.А., Агарков А.В., Лобанов Г.В.

45 КЛИНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ НЕЙРОХИРУРГИИ

МАЛОИНВАЗИВНАЯ ФИКСАЦИЯ ПОЗВОНКОВ ПРИ ПЕРЕЛОМАХ
ГРУДОПОЯСНИЧНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА У ПАЦИЕНТОВ
СТАРШЕЙ ВОЗРАСТНОЙ ГРУППЫ

Макаров С. А., Аганесов А. Г., Алексанян М. М., Микаелян К. П.

51 ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ, ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ, ЛАБОРАТОРНАЯ ДИАГНОСТИКА

ПРОГНОСТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ЛЕТАЛЬНОСТИ
ПРИ ГЕНЕРАЛИЗОВАННОМ ВОСПАЛЕНИИ С УЧЕТОМ
ЭТИОЛОГИИ ИНФЕКЦИОННОГО ПРОЦЕССА

Устьянцева И.М., Хохлова О.И., Кулагина Е.А., Агаджанян В.В.

61 СЛУЧАЙ ИЗ ПРАКТИКИ

КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ ТЯЖЕЛОЙ ШАХТОВОЙ ТРАВМЫ

Агаджанян В.В., Кравцов С.А., Агаларян А.Х., Богданов С.В.,
Баховудинов А.Х.

68 АРТЕРИОВЕНОЗНАЯ ФИСТУЛА – РЕДКОЕ ОСЛОЖНЕНИЕ СОЧЕТАННОЙ ТРАВМЫ, ПОЛУЧЕННОЙ В ДЕТСТВЕ

Григорьев С.Е., Новожилов А.В., Иноземцев Е.О., Григорьев Е.Г.

72 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НЕЙРОНОВ
СЕНСОМОТОРНОЙ КОРЫ И ОЦЕНКА ПСИХОНЕВРОЛОГИЧЕСКОГО
СТАТУСА КРЫС ПОСЛЕ ТЯЖЕЛОЙ ЧЕРЕПНО-МОЗГОВОЙ ТРАВМЫ
(СООБЩЕНИЕ 1)

Шоронова А. Ю., Акулинин В. А., Коржук М. С., Степанов С. С.,
Макарьева Л. М., Цускман И. Г., Гирш А. О.

83 ВЛИЯНИЕ ОКИСЛЕННОГО ДЕКСТРАНА НА СПАЕЧНЫЙ ПРОЦЕСС У КРЫС

Ким Л. Б., Путяткина А. Н., Русских Г. С., Комков Н. А.

89 ОБЗОРЫ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КЕРАМИЧЕСКОЙ 3D-ПЕЧАТИ ДЛЯ ЗАДАЧ
ТКАНЕВОЙ ИНЖЕНЕРИИ: ОБЗОР

Билялов А. Р., Минасов Б. Ш., Якупов Р. Р., Акбашев В. Н.,
Рафикова Г. А., Бикмеев А.Т., Чугунов С. С., Киреев В. Н.,
Кжышковска Ю. Г., Павлов В. Н.

110 ОСОБЕННОСТИ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА У БОЛЬНЫХ САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ

Емельянов С. А., Чумаков Р. В.

117 ЮБИЛЕИ

30 ЛЕТ КУЗБАССКОМУ КЛИНИЧЕСКОМУ ЦЕНТРУ
ОХРАНЫ ЗДОРОВЬЯ ШАХТЕРОВ ИМЕНИ СВЯТОЙ
ВЕЛИКОМУЧЕНИЦЫ ВАРВАРЫ

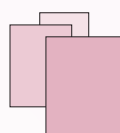
121 РЕФЕРАТЫ ПУБЛИКАЦИЙ

127 БИБЛИОГРАФИЯ

ПО ПРОБЛЕМАМ ПОЛИТРАВМЫ

132 ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ

137 ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ РЕКЛАМОДАТЕЛЕЙ



1/2023

ПОЛИТРАВМА / POLYTRAUMA

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

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

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

Editorial staff's address:
7th district, 9,
Leninsk-Kuznetsky,
Kemerovo region,
Russian Federation,
652509

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

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

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

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

Publication frequency:
4 times a year

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

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

Editor-in-Chief:
Kovalenko A. A.

Editor: Chernykh N. S.

Imposition planning:
Kovalenko I. A.

Executive editor:
Lazurina A. V.

Translating:
Shavlov D. A.

Passed for printing 21.03.2023
Date of publishing: 25.03.2023

Circulation: 1000 exemplars
Free price

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

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

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

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

Editorial staff

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

Leninsk-Kuznetsky
Leninsk-Kuznetsky
Leninsk-Kuznetsky
Novosibirsk

Science editors

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

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

Editorial board

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

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

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

[CONTENTS]

6 ORIGINAL RESEARCHES

REPAIR OF THE DISTAL BICEPS BRACHII TENDON RUPTURE
WITH THE USE OF CORTICAL BUTTONS
Medvedchikov A.E., Anastasieva E.A., Prokhorenko V.M.,
Kirilova I.A.

17 ANESTHESIOLOGY AND CRITICAL CARE MEDICINE

VARIABILITY OF NUTRITIONAL IMPAIRMENT
IN PATIENTS WITH ACUTE RESPIRATORY DISTRESS SYNDROME
(REPORT 2)
Girsh A.O., Mishchenko S.V., Stepanov S.S., Klementyev A.V.,
Chernenko S.V., Krestnikova E.N.

24 ASSESSMENT OF COGNITIVE STATUS

IN THE PERIOPERATIVE PERIOD IN GERIATRIC PATIENTS
Kochetkova M.V., Khabarov D.V., Soluyanov M.Yu., Smagin A.A.,
Syutkina I.P., Demura A.Yu., Mironov D.V.

29 CLINICAL ASPECTS OF SURGERY

FEATURES OF DIAGNOSTICS AND TREATMENT
OF INJURIES TO PARENCHYMATOUS ABDOMINAL ORGANS
IN POLYTRAUMA
Rotkin E.A., Agalaryan A.Kh., Agadzhanian V.V.

34 TRAUMATIC LIVER INJURY

Podoluzhny V.I., Radionov I.A., Pelz V.A., Startsev A.B.,
Krasnov K.A., Shatalin V.A.

39 CLINICAL ASPECTS OF TRAUMATOLOGY AND ORTHOPEDICS

SURGICAL TREATMENT OF GUN SHOT INJURIES
TO THE PELVIC AND HIP JOINT
Borovoy I.S., Gerusov M.A., Agarkov A.V., Lobanov G.V.

45 CLINICAL ASPECTS OF NEURO-SURGERY

MINIMALLY INVASIVE FIXATION OF THORACOLUMBAR
SPINE FRACTURES IN ADULTS
Makarov S.A., Aganesov A.G., Aleksanyan M.M., Mikaelyan K.P.

51 FUNCTIONAL, INSTRUMENTAL AND LABORATORY DIAGNOSTIC

PROGNOSTIC FACTORS OF MORTALITY IN GENERALIZED
INFLAMMATION CONSIDERING THE ETIOLOGY
OF THE INFECTIOUS PROCESS
Ustyantseva I.M., Khokhlova O.I., Kulagina E.A., Agadzhanian V.V.

61 CASE HISTORY

A CLINICAL CASE OF SEVERE INJURY AT UNDERGROUND MINE
Agadzhanian V.V., Kravtsov S.A., Agalaryan A.Kh., Bogdanov S.V.,
Bakhovudinov A.Kh.

68 ARTERIOVENOUS FISTULA AS A RARE COMPLICATION OF CONCOMITANT INJURY SUSTAINED IN CHILDHOOD

Grigoriev S.E., Novozhilov A.V., Inozemtsev E.O., Grigoriev E.G.

72 EXPERIMENTAL INVESTIGATIONS

MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF NEURONS IN THE
SENSORIMOTOR CORTEX AND ASSESSMENT OF THE
NEUROPSYCHIATRIC STATUS OF RATS AFTER SEVERE TRAUMATIC
BRAIN INJURY (REPORT 1)
Shoronova A.Yu., Akulinin V.A., Korzhuk M.S., Stepanov S.S.,
Makaryeva L.M., Tsuskman I.G., Girsh A.O.

83 EFFECT OF OXIDIZED DEXTRAN ON THE ADHESIVE PROCESS IN RATS

Kim L.B., Putyatina A.N., Russkikh G.S., Komkov N.A.

89 REVIEWS

USING CERAMIC 3D PRINTING FOR TISSUE ENGINEERING:
A REVIEW
Bilyalov A.R., Minasov B.Sh., Yakupov R.R., Akbashev V.N.,
Rafikova G.A., Bikmeev A.T., Chugunov S.S., Kireev V.N.,
Kzhyskovska Yu.G., Pavlov V.N.

110 FEATURES OF HIP ENDOPROSTHETICS IN PATIENTS WITH DIABETES MELLITUS

Emelyanov S.A., Chumakov R.V.

117 ANNIVERSARY

30TH ANNIVERSARY OF THE KUZBASS CLINICAL CENTER
OF MINERS' HEALTH PROTECTION NAMED AFTER THE HOLY
GREAT MARTYR BARBARA

121 REPORTS OF PUBLICATIONS

127 BIBLIOGRAPHY OF POLYTRAUMA PROBLEMS

132 INFORMATION FOR AUTHORS

137 INFORMATION FOR ADVERTISERS



**Номер выпущен
при финансовой поддержке
Распадской угольной
компании - ЕВРАЗ**

Уважаемые коллеги!

Этот выпуск журнала мы приурочили к 30-летию со дня образования Кузбасского клинического центра охраны здоровья шахтеров имени святой великомученицы Варвары и XXIII Всероссийской научно-практической конференции «Многопрофильная больница: инновационные решения», которая пройдет на его базе 19-20 мая в г. Ленинске-Кузнецком. Это крупное событие соберет руководителей, ведущих специалистов, представителей различных медицинских областей.

Уникальность работы Центра заключается в том, что разработанные в стенах клиники инновационные научно-практические технологии позволили создать единую комплексную систему оказания медицинской помощи жителям Кузбасса, осуществляя полный цикл диагностики и лечения, включающий амбулаторно-консультативный прием, стационарный этап лечения с использованием всех подразделений больницы, в том числе отделения медицинской реабилитации.

За 30 лет здесь пролечено 400 000 пациентов, выполнено 150 000 операций, в том числе 12 000 операций по высоким технологиям, зарегистрировано более 6 млн. посещений в поликлиниках, из них свыше 2 млн. шахтеров и 1,9 млн. детей. Спасены жизни 8 миллионов жителей Кузбасса, в том числе 3 миллионов детей. Сотрудники Центра участвовали в спасении жизней шахтеров при всех техногенных катастрофах.

Значимыми интеллектуальными доминантами Центра являются 8 докторов и 28 кандидатов медицинских наук. На базе центра подготовлены и защищены 13 докторских и 81 кандидатская диссертация, опубликовано 7 монографий, свыше 4 500 научных работ, получено 145 Патентов РФ, совместно с Президиумом СО РАН организованы и проведены 22 Всероссийские научно-практические конференции.

Авторитет центра среди медицинского сообщества поддерживает и научно-практический рецензируемый журнал «Политравма/Polytrauma» — первое в России и СНГ издание, посвященное лечению взрослых и детей с политравмой. Это крупнейшая в Евразии международная площадка для осуществления сотрудничества в сфере науки, образования и практического здравоохранения по вопросам травматологии, ортопедии, хирургии, нейрохирургии, анестезиологии и реаниматологии, которая объединяет более 5 000 гражданских и военных медицинских специалистов из стран СНГ, Азиатско-Тихоокеанского региона, Южной Азии, Ближнего Востока, Европы и Америки.

На страницах сегодняшнего выпуска мы постарались собрать самые актуальные статьи по ключевым теоретическим и клиническим проблемам политравмы, в том числе исследования, посвященные изучению эффективности оригинального метода хирургического лечения пациентов с повреждением дистального сухожилия двуглавой мышцы плеча, анализу современных программ нутритивной терапии у пациентов с тяжелым ОРДС, определению эффективных методов хирургического лечения пострадавших с повреждениями органов брюшной полости, экспериментальному изучению нейронов сенсомоторной коры и оценке психоневрологического статуса крыс после тяжелой черепно-мозговой травмы, а также обзорное исследование по актуальным проблемам реконструктивной хирургии и любопытные клинические наблюдения успешного лечения пациентов с политравмой.

Мы надеемся, что материалы этого номера будут интересны и полезны для наших читателей, а также подвигнут на осуществление новых исследований.

Ждем встречи на конференции!

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

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПОВРЕЖДЕНИЯ ДИСТАЛЬНОГО СУХОЖИЛИЯ ДВУГЛАВОЙ МЫШЦЫ ПЛЕЧА С ПРИМЕНЕНИЕМ КОРТИКАЛЬНЫХ ПУГОВИЦ

REPAIR OF THE DISTAL BICEPS BRACHII TENDON RUPTURE WITH THE USE OF CORTICAL BUTTONS

Медведчиков А.Е. Medvedchikov A.E.
Анастасиева Е.А. Anastasieva E.A.
Прохоренко В.М. Prokhorenko V.M.
Кирилова И.А. Kirilova I.A.

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

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

Повреждения дистального сухожилия двуглавой мышцы плеча (ДСДМП) составляют 3 % от всех травм сухожилий двуглавой мышцы и встречаются с частотой 1,2–5,4/100 000 населения в год. Несмотря на клинические успехи, частота развития осложнений после хирургического лечения составляет 25 %, из них повторных повреждений 5,4 %. Достижение прочной фиксации культи в современных техниках сопровождается использованием интерферентного винта, который обладает рисками внутриканальной компрессии и ишемии, а также прямой травматизации сухожилия лопастями имплантата.

Целью данного оригинального исследования является повышение эффективности хирургического лечения пациентов с полнотелым повреждением дистального сухожилия двуглавой мышцы плеча способом применения комбинации из двух кортикальных пуговиц.

Материалы и методы. В серии 7 топографо-анатомических исследований проведены расчеты площади контакта сухожилия на лучевой бугристости при различных методах реинсерции. После чего проведен анализ результатов лечения 3 пациентов, оперированных комбинацией малоинвазивного доступа с фиксацией двумя кортикальными пуговицами (РДП) при помощи универсального способа персонализированной оценки по шкалам.

Результаты проведенного исследования представлены в виде расчетов индекса контакта сухожилия (ИКС) для 6 видов реинсерции: ИКС1 = 0,49 см²; ИКС2 = 0,49 см²; ИКС3 = 1,4 см²; ИКС4 = 1,13 см²; ИКС5 = 0,76 см²; ИКС6 = 2,09 см², которые отражают большую площадь прилегания культи в рационализированном способе. Динамика результатов лечения методом РДП за 12 недель составила: VAS с 7 [5; 8] до 1 [1; 1] балла ($p \leq 0,001$); DASH с 75 [49; 97] до 16 [14; 20] баллов ($p \leq 0,001$); ASES с 22 [15; 30] до 96 [94; 99] баллов ($p \leq 0,001$). Данные показывают преимущества метода в области прочности, простоты использования и функциональной результативности.

Заключение. Бикортикальная фиксация сухожилия двумя пуговицами обладает низким уровнем рисков развития послеоперационных осложнений, не требует строгой иммобилизации локтевого сустава и сокращает сроки реабилитации пациента без использования интерферентного винта.

Distal biceps brachii tendon rupture (DBTR) is 3 % of all biceps brachii tendon ruptures and was found with a frequency of 1.2-5.4/100,000 population per year. Despite the clinical successes, the frequency of the complications development after surgical treatment is 25 %, where 5.4 % are reruptures. Achieving tendon stump strong fixation in modern techniques is accompanied by an interference screw usage, which has the risks of intrachannel compression and ischemia, as well as direct tendon trauma with implant blades.

The objective of this original study is to increase the effectiveness of surgical treatment of patients with distal biceps brachii tendon complete rupture by using a two cortical buttons combination.

Materials and methods. In a series of seven applied anatomy studies, calculations of the radial tuberosity tendon contact area were carried out with various methods of reinsertion. After that, the results of treatment of three patients, operated with a combination of minimally invasive access with two cortical buttons (DBR) fixation, using a universal method of personified scales were carried out.

The results of the study are presented in the form of calculations of the tendon contact index (TCI) for 6 types of reinsertion: TCI1 = 0.49 cm²; TCI2 = 0.49 cm²; TCI3 = 1.4 cm²; TCI4 = 1.13 cm²; TCI5 = 0.76 cm²; TCI6 = 2.09 cm², which reflect a larger stump contact area in a rationalized method. The dynamics of the results of treatment by the DBR method in 12 weeks was: VAS from 7 [5; 8] points up to 1 [1; 1] point ($p \leq 0.001$); DASH from 75 [49; 97] points up to 16 [14; 20] points ($p \leq 0.001$); ASES from 22 [15; 30] up to 96 [94; 99] points ($p \leq 0.001$). The data show the advantages of the method in strength, ease of use and functional effectiveness.

Conclusion. The bicortical fixation of the tendon with two buttons has a low level of risks of postoperative complications development; it does not require strict immobilization of the elbow joint and shortens the rehabilitation period in the patients without the use of an interference screw.

Для цитирования: Медведчиков А.Е., Анастасиева Е.А., Прохоренко В.М., Кирилова И.А. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПОВРЕЖДЕНИЯ ДИСТАЛЬНОГО СУХОЖИЛИЯ ДВУГЛАВОЙ МЫШЦЫ ПЛЕЧА С ПРИМЕНЕНИЕМ КОРТИКАЛЬНЫХ ПУГОВИЦ //ПОЛИТРАВМА / POLYTRAUMA. 2023. № 1, С. 6-16.

Режим доступа: <http://poly-trauma.ru/index.php/pt/article/view/446>

DOI: 10.24412/1819-1495-2023-1-6-16

Ключевые слова: повреждение бицепса; локтевой сустав; спортивная медицина; кортикальная пуговица; дистальное сухожилие; реинсерция; бикортикальная фиксация; площадь контакта сухожилия.

Key words: biceps injury; elbow joint; sports medicine; cortical button; distal tendon; reinsertion; bicortical fixation; tendon contact area.

Повреждения дистального сухожилия двуглавой мышцы плеча (ДСДМП) составляют 3 % от всех повреждений сухожилий двуглавой мышцы и встречаются с частотой 1,2-5,4 клинических случая на 100 000 населения в год [1]. Травме предшествует спонтанное эксцентрическое воздействие на согнутый под 90° локтевой сустав в момент его разгибания. Большинство травмированных составляют мужчины трудоспособного возраста (средний возраст при обращении 46,3 лет), задействованные в физическом труде и в среде спортсменов [1-3]. Хотя данный вид повреждений встречается относительно редко, последствия травмы могут существенно повлиять на качество жизни пациентов и привести к снижению силы супинации в среднем на 40 % и силы сгибания в среднем на 20 % [4, 5].

По данным топографо-анатомических исследований ДСДМП делится на короткую и длинную головки, его параметры колеблются в диапазоне 74-118 мм. Кроме того, распространено отсутствие заметного разделения между ними, и единообразное ДСДМП крепится к области бугристости лучевой кости в форме латинской буквы I или C [6, 7]. Размеры анатомического отпечатка сухожилия вариabельны и составляют в пределах 14-21 мм в длину и 2-10 мм в ширину. Сухожилие делят на 3 области: преапоневротическую область, в которой сухожилие отходит от мышечно-сухожильного перехода до проксимального прикрепления *lacertus fibrosus*, апоневротическую область, которая простирается от проксимального прикрепления *lacertus fibrosus* до его дистальной границы с ДСДМП, и постапоневротическую область, идущую до точки анатомического прикрепления на бугристости лучевой кости. Восстановление *lacertus fibrosus* во время хирургической реинсерции ДСДМП — дискутируемая тема, оно все чаще используется с целью повышения прочности

фиксации и стабилизации травмированного сухожилия [8].

Согласно показателям близких и отдаленных функциональных результатов, хирургический вариант лечения полнослойных повреждений ДСДМП на текущий момент остается наиболее распространенным. Однако частота 25 % общих послеоперационных осложнений (контрактура, мышечная гипотрофия, гетеротопическая оссификация), 4,6 % из которых серьезного характера (нейропатия заднего межкостного нерва (PIN), латерального кожного нерва предплечья (LAVCN) или синостозирование проксимального радио-ультнарного пространства (ПРУП)), позволяет продолжить поиск успешных комбинаций хирургических доступов, методов фиксации и видов используемых имплантатов [9-11].

Общий запрос на малоинвазивную хирургию, чьи постулаты меньшей травматизации мягких тканей, безопасной навигации по отношению к нейро-вазальной архитектонике *fossa cubitalis* и сокращения сроков реабилитации, в XXI веке стал уже данностью, нашел свое воплощение в доступах Boyd-Anderson (1962 г.) и переднем малоинвазивном доступе (anterior «double incision approach» (ADIA)). Оба привычно сравниваются с наиболее популярным и воспроизводимым открытым доступом Dobbie (1941 г.). Концепции реинсерции, в свою очередь, делятся на анатомический вариант крепления к одноименной бугристости лучевой кости и неанатомический вариант с транспозицией культи на латеральную поверхность лучевой кости [12, 13]. Виды имплантатов делятся на накостные или внутриканальные, тем самым определяя зону и площадь прилегания культи на анатомическом отпечатке кости (индекс контакта сухожилия, или ИКС).

В ряде сравнительных исследований хирургических техник сообщается, что частота повторных

повреждений ДСДМП составляет 0,7 %, однако при использовании комбинации имплантатов и стремлении достичь большей прочности фиксации интерферентным винтом риск повышается в семь раз (до 5,4 %) [9]. Таким образом, использование внутриканального винта обладает высокими рисками компрессии и ишемии, а также приводит к прямой травматизации тканей сухожилия его лопастями. Данное явление легло в основу нулевой гипотезы нашего исследования: большая площадь контакта зоны сухожилия — кость при минимальной компрессии сухожилия в области ПРУП и внутри сформированного канала лучевой кости приводит к повышению прочности и снижению риска повторного повреждения.

В результате серии из топографо-анатомических исследований и клинических случаях мы презентуем хирургический способ анатомической реинсерции полнослойного повреждения ДСДМП с применением малоинвазивного доступа и фиксации двумя кортикальными пуговицами (РДП). В клинических наблюдениях 3 пациентов, оперированных способом РДП, мы покажем преимущества и недостатки, определенные сроками 6 и 12 недель.

Целью данного оригинального исследования является повышение эффективности хирургического лечения пациентов с полнослойным повреждением дистального сухожилия двуглавой мышцы плеча способом применения комбинации из двух кортикальных пуговиц.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалом для оригинального исследования послужили данные медицинских карт истории болезни 3 пациентов, прооперированных в травматолого-ортопедическом отделении № 3 ФГБУ «ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России, АНО «Клиника НИИТО» с инструментально-подтвержденным полнослойным повреждением ДСДМП, а также серия из 4 топографо-ана-

томических исследований. Период обращения за специализированной помощью пациентов в клинических случаях составил февраль 2021 – ноябрь 2022 года.

Критериями включения в исследование являлись все виды повреждений ДСДМП, соответствующие градациям 2, 3, 4 степеней по классификации L. Perera (2012), 2b, 2c, 3a, 3b степеней по классификации J. Fuente (2018), возраст пациента (≥ 30 и ≤ 65 лет включительно), характер травматизма (бытовой, спортивный, производственный), типология повреждения сухожилия (100 % сечения – полнослойный и авульсионный вариант повреждения), временной интервал (1 месяц со дня травмы), половая принадлежность (мужчины), метод лечения (хирургический), осложнения интра-, пере-, постоперационные [14, 15]. Критерии невключения: возраст пациента ≤ 30 и ≥ 65 лет, эпилепсия и психические расстройства, жизнеугрожающие состояния, требующие неотложных хирургических мероприятий, отсутствие повреждения сухожилия по двум вышеуказанным классификациям.

Все пациенты обращались с жалобами на боль, экхимозы fossa cubitalis, снижение максимальной силы супинации/пронации/сгибания и деформацию мышечного брюшка (обратный синдром «Popeye»), контрактуру в локтевом суставе. Среди обратившихся пациентов были только мужчины. Ранжирование по возрасту составило от 43 до 53 лет (средний возраст – 47 лет).

Согласно предварительно определенному алгоритму выбора тактики лечения при повреждениях ДСДМП, пациентам проводились физикальные тесты: O'Driscoll, Ruland, сравнительный изокинетический (ДК-100 кистевой динамометр); из инструментальных исследований: сравнительная УЗД локтевых суставов волярным/тыльным доступами и MPT локтевого сустава 1,5 Тл с целью измерения ПРУП, объема повреждения сухожилия, степени повреждения lacertus fibrosus и жировой дегенерации двуглавой мышцы [16]. Клинико-диагностические па-

раметры пациентов: по классификации L. Perera 3 ст. – 1 пациент (33 %), 4 ст. – 2 пациента (67 %), J. Fuente 2c – 1 пациент (20 %), 3b – 2 пациента (80 %), бытовой травматизм – 33,3 %, спортивный – 33,3 % и производственный – 33,3 %; 100 % обратились за специализированной помощью в сроки ≤ 3 недель.

Технология хирургического лечения пациентов с полнослойным повреждением ДСДМП определена малоинвазивным передним доступом (ADIA), анатомическим способом реинсерции и бикортикальным методом внутриканальной фиксации 2 пуговицами согласно патенту на изобретение техники [17].

Все пациенты подписали добровольное информированное согласие на участие в исследовании; исследование соответствовало требованиям Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации с поправками 2013 года, Международной конференции по гармонизации (ICF), Стандартам надлежащей клинической практики (GCP), 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.

Клинические случаи

Пациент Д. 52 лет (интеллектуальный труд) поступил в ФГБУ «ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России 17.03.2022 с повреждением ДСДМП тип 3 по L. Perera и 2c по классификации J. Fuente. Травма бытовая, давность < 3 недель, рука недоминантная. Клинические тесты: Ruland «+», O'Driscoll «+». Инструментальный метод: MPT 1,5 Тл: повреждение полнослойное ДСДМП + lacertus fibrosus, ретракция 1 см. Анкетирование при поступлении: VAS – 8, ASES – 15 и DASH – 97. Хирургическое лечение: реинсерция методом РДП, сочетанная со швом lacertus fibrosus. Первый клинический осмотр

(6 недель): сгибание/разгибание – 0/140, ротация – 80/90. Иммобилизация кинезиотейпом. Второй контрольный осмотр (12 недель): VAS – 1, ASES – 95 и DASH – 14, ДК-100: Dex. 50; Sin. 50. Пациент вернулся к бытовым нагрузкам с 5-й недели.

Пациент К. 42 лет (военнослужащий) поступил 29.03.2022 с повреждением ДСДМП тип 4 по L. Perera и 3b по классификации J. Fuente. Травма спортивная неорганизованная, давность > 3 недель, рука доминантная. Клинические тесты: Ruland «+», O'Driscoll «+». Инструментальный метод: MPT 1,5 Тл: повреждение полнослойное ДСДМП с провокацией lacertus fibrosus, ретракция – 5 см. Анкетирование при поступлении: VAS – 7, ASES – 22 и DASH – 79. Хирургическое лечение: реинсерция методом РДП, сочетанная со швом lacertus fibrosus. Первый клинический осмотр (6 недель): сгибание/разгибание – 5/150, ротация – 90/90. Иммобилизация кинезиотейпом. Второй контрольный осмотр (12 недель): VAS – 1, ASES – 94 и DASH – 20, ДК-100: Dex. 75; Sin. 65. Пациент вернулся к бытовым нагрузкам с 6-й недели, к профессиональным – с 9-й недели.

Пациент М. 44 лет (физический профиль труда) поступил 24.10.2022 с повреждением ДСДМП тип 3 по L. Perera и 3a по классификации J. Fuente. Травма производственная, давность < 3 недель, рука доминантная. Клинические тесты: Ruland «+», O'Driscoll «+». Инструментальный метод: MPT 1,5 Тл: повреждение полнослойное ДСДМП без провокации lacertus fibrosus, ретракция – 2 см. Анкетирование при поступлении: VAS – 5, ASES – 30 и DASH – 49. Хирургическое лечение: изолированная реинсерция методом РДП. Первый клинический осмотр (6 недель): сгибание/разгибание – 10/120, ротация – 80/70. Иммобилизация косыночной повязкой, затем кинезиотейпом. Второй контрольный осмотр (12 недель): VAS – 1, ASES – 99 и DASH – 15, ДК-100: Dex. 90; Sin. 95. Пациент вернулся к бытовым и профессиональным нагрузкам с 6-й недели.

Техника хирургического вмешательства.

Лечение подразумевало нахождение пациента в стационаре 2 суток после амбулаторного клинко-диагностического обследования. Хирургическое вмешательство осуществлялось под комбинированным наркозом: регионарная межлестничная анестезия (блокада плечевого сплетения из надключичного доступа ропивакаином 0,5 % — 20 мл) в сочетании с интубационным наркозом. Пациента располагали на ортопедическом столе в положении лежа на спине. Рука отводилась на приставной полке под 90° в плечевом суставе, оперируемая конечность находилась в положении строгой супинации предплечья и при полном разгибании локтевого сустава. Перед использованием инцизионной пленки производилась маркировка анатомических ориентиров: культя сухожилия, проксимальный «поисковый» и дистальный «основной» доступ (ADIA), головка лучевой кости и ориентир *p. radialis*. На ладонной поверхности в месте маркировки производили поперечный кожный разрез 4 см в проекции бугристости лучевой кости. Рассекалась кожа, подкожно-жировая клетчатка, общая фасция предплечья. Тупо между брюшками *m. brachioradialis* и *m. pronator teres*, визуализируя и отводя в латеральную сторону *p. radialis*, осуществляли доступ к анатомическому отisku. При помощи медицинской дрели засверливалась спица-направитель (Киршнера 2 мм) в верхний край бугристости лучевой кости насквозь и не глубже 1 мм тыльного кортикального слоя. Затем по спице-направителю костным буром диаметром 4,5 мм выполнялось засверливание в верхнем крае бугристости лучевой кости с формированием сквозного канала. Отступив дистально на 2 см, что соответствует нижнему краю бугристости лучевой кости, засверливали вторую спицу-направитель аналогичным способом, с последовательным формированием сквозного канала 4,5 мм. Не удаляя спицы-направителя, сменяли костный бур на диаметр 7 ± 2 мм и рассверливали ладонный кортикальный слой лучевой кости с фор-

мированием несквозного овального отверстия. Следом в нижней трети плеча над зоной ретрагированной культы ДСДМП выполняли продольный кожный разрез длиной 2 см и выделяли сухожилие. Культю прошивали нерассасывающейся нитью (вариант: плетеная лента) по методу Krackow на протяжении 3-4 см, оставляя при этом концы свободными после прошивания. Затем свободные концы нерассасывающейся нити вводили в первую кортикальную пуговицу с формированием самозатягивающейся петли. Зажимом Микулича формировали межмышечный канал из проксимального в сторону дистального «окна» доступа ADIA. Культю проводили за свободные концы нерассасывающейся нити по сформированному каналу до анатомического отиска. Затем брали вторую кортикальную пуговицу и вводили в нее свободную нерассасывающуюся нить с формированием самозатягивающейся петли. Через дистальный кожный разрез с помощью медицинского инструмента (пример: зажим Москит) вводили в вертикальном положении первую кортикальную пуговицу через дистальный сквозной канал в кортикальном слое лучевой кости, при этом свободные концы оставляли снаружи. Аналогичным способом вводили вторую кортикальную пуговицу через проксимальный сквозной канал. Обе кортикальные пуговицы методом разворота переводили из вертикального в горизонтальное положение с обязательным контролем при помощи электронно-оптического преобразователя. Локтевой сустав оперируемой конечности приводили в положение сгибания 60-90° через дистальный кожный разрез, низводили самозатягивающиеся петли на кортикальных пуговицах путем натяжения свободных концов и соответственно фиксировали полученное натяжение выполнением 3-4 запирающих узлов. При этом отмечалось равномерное погружение культы ДСДМП в несквозное овальное отверстие бугристости лучевой кости, повторяющее точку анатомического отиска, с высокой степенью прочности фиксации и большей площадью контакта сухожилия с костью

в сравнении с известными нам способами. Хирургические раны зашивали и накладывали асептические повязки. Оперированная конечность иммобилизовалась косыночной повязкой.

Анализ результатов послеоперационного периода пациентов ФГБУ «ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России, АНО «Клиника НИИТО» проводился с помощью универсального способа персонифицированной оценки результатов лечения методом анкетирования, первое из которых проводилось в предоперационном периоде, второе — через 12 недель после операции (DASH, ASSES). Отсутствие повторного повреждения ДСДМП и мышечной ретракции расценивалось как положительный результат лечения. Послеоперационные осложнения были структурированы в 4 показателя: гетеротопическая оссификация, нейропатия, контрактура, гипотрофия мышц. При этом относительные величины, характеризующие частоту встречаемости, или доли, выражали в процентах.

В сентябре 2022 г. произведено топографо-анатомическое изучение нейровазальной архитектоники *fossa cubiti*, изометрии ДСДМП для безопасной навигации при выполнении хирургических доступов на базе АНО ДПО «Научно-образовательный медицинский центр» Екатеринбурга (лицензия на образовательную деятельность № 17947 от 30.10.2015 г.). На двух кадаверах (мужчины К*1 56 лет и К*2 60 лет) правого и левого локтевого суставов были выполнены 3 доступа (Dobbie, Boyd-Anderson и ADIA), 2 способа реинсерции (анатомический и неанатомический) и использованы 4 типа имплантатов для изучения параметров ДСДМП и ИКС в области бугристости лучевой кости. Измерялась площадь прилегания культы в 3 зонах: анатомического отиска, костно-мозговом канале и к латеральному кортикальному слою лучевой кости. Полученные результаты сравнивались с разработанным методом хирургического лечения РДП.

В клинических наблюдениях и топографо-анатомических исследо-

ваниях проводились замеры: длина и ширина ДСДМП, размеры ПРУП, степень мышечной ретракции (при наличии), параметры анатомического оттиска бугристости лучевой кости (площадь сухожильного контакта на костного и внутриканального варианта реинсерции в см²) (табл. 1).

Расчет параметров ИКС для анатомического и неанатомического способа реинсерции с применением трансоссального шва, 1- и 2-якорными фиксаторами, внутриканальной фиксацией кортикальной пуговицей, сочетанием кортикальной пуговицы и интреферентного винта и сочетанием 2 кортикальных пуговиц по технике РДП производился по общепринятым формулам: $S_1 = a \times b$, где a – ширина, b – длина; $S_2 = a \times b$; $S_3 = a_1 \times b$, где a_1 – длина анатомического оттиска, b – ширина; $S_{4a} = r^2/\pi$, где r – длина окружности круга, а π – это константа, которая равна отношению длины окружности круга (p) к диаметру (d), она всегда равна 3,14; $P = \pi \times d$, где d – диаметр рассверливания канала лучевой бугристости; $S_{4b} = 1/4 \times 1$ см (глубина рассверленного канала лучевой бугристости); $S_4 = S_{4a} + S_{4b}$; $S_5 =$

$S_{4a/4} + S_{4b}$; $S_{6c} = 2 \times S_{6a} + S_{6b}$, где S_{6a} – это половина диаметра дистального несквозного канала при рассверливании овального «ложе» анатомического оттиска лучевой бугристости, а S_{6b} , соответственно, половина проксимального несквозного диаметра при рассверливании для метода РДП; $S_{6a} = 1/2 \times S_{4a}$; $S_{6b} = L_2 \times d$, где L_2 – это расстояние от центров проксимального и дистального рассверливания несквозных каналов, а d – диаметр круга; $S_6 = S_{6c} + S_{4b}$.

Статистический анализ

Эмпирические распределения непрерывных показателей баллов по VAS, DASH и ASES исследовались на согласие с законом нормального распределения критерием Шапиро-Уилка, сопоставимость дисперсий проверялась F-критерием Фишера. Нормально распределенные показатели описывались как среднее $\pm$ стандартное отклонение – $S \pm SD$, ненормальные – в виде медианы – $Me (Q1; Q3)$. Проверка статистических гипотез проводилась при критическом уровне значимости $p = 0,05$, т.е. различие считалось статистически значимым при $p < 0,05$. Все статистические

расчеты проводились в программе RStudio (версия 2021.09.2 Build 382 – © 2009-2022 RStudio, Inc., США) на языке R (версии 4.0.2).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

По результатам проведенного топографо-анатомического исследования на 4 локтевых суставах и клинических исследованиях из практики пациентов с полнослойным повреждением ДСДМП произведены расчеты (рис. 1-4, табл. 2):

1. Трансоссальный шов: ИКС₁ = $0,7 \times 0,7 = 0,49$ см².
2. Один якорный фиксатор: ИКС₂ = $0,7 \times 0,7 = 0,49$ см².
3. Два якорных фиксатора: ИКС₃ = $2 \times 0,7 = 1,4$ см².
4. Внутриканальная фиксация одной пуговицей: ИКС₄ = $0,5$ см² + $0,63$ см² = $1,13$ см²; P (длина окружности круга) = $3,14 \times 0,8 = 2,25$ см. $S_{4a} = 0,5$ см²; $S_{4b} = 0,63$ см² $\times 1$ см = $0,63$ см²; $1/4 P = 2,25/4 = 0,56$ см.
5. Внутриканальная фиксация одной пуговицей и винтом: ИКС₅ = $0,5/4 + 0,63 = 0,76$ см².
6. Внутриканальная фиксация двумя пуговицами (РДП): ИКС₆ = $1,46 + 0,63 = 2,09$ см²; $S_{6a} = 1/2 \times 0,5$ см² = $0,25$ см²;

Таблица 1
Параметры дистального сухожилия двуглавой мышцы плеча в исследовании
Table 1
Parameters of the distal tendon of the biceps brachii in the study

Тип наблюдения Follow-up type	Сторона локтевого сустава Elbow joint side	Сужение ПРУП PRUS narrowing	Мышечная ретракция Muscular retraction	Параметры ДСДМП Parameters of DBBT	
				длина (см) length (cm)	ширина (см) width (cm)
К* 1	правый right	–	–	11	0.8
	левый left	–	–	9.5	0.7
К* 2	правый right	+	–	6.5	0.6
	левый left	–	–	7.5	0.7
Пациент Д* Patient D*	правый right	+	+	7	0.8
Пациент К* Patient K*	левый left	+	+	6	0.6
Пациент М* Patient M*	правый right	+	+	8	1

Примечание: * – кадавер при топографо-анатомическом исследовании, ** – средние размеры длины $79,3 \pm 2,5$ мм, ширины $0,8 \pm 0,2$ см. ПРУП – проксимальное радио-ульнарное пространство, ДСДМП – дистальное сухожилие двуглавой мышцы плеча.
Note: * – cadaver during topographic and anatomical examination, ** – mean sizes of length 79.3 ± 2.5 mm and width cm.
PRUS – proximal radio-ulnar space, DBBT – distal biceps brachii tendon.

$$S_{6b} = 1,2 \times 0,8 = 0,96 \text{ см}^2; S_{6c} = 2 \times 0,25 \text{ см}^2 + 0,96 \text{ см}^2 = 1,46 \text{ см}^2.$$

При изучении топографических ориентиров реинсерции области анатомического оттиска были определены точки максимального соприкосновения сухожилия с костью. Так, при фиксации трансosseальными швами имеется 1 точка на латеральном кортикальном слое диафиза лучевой кости, а при использовании 1- или 2-якорных фиксаторов эта точка располагается строго в центральной части лучевой бугристости (рис. 1 и 4).

Внутриканальные виды реинсерции обладают 2 и 3 подобными точками — на проксимальном крае кортикального слоя ($\frac{1}{4}$ радиуса) и дне костно-мозгового канала, как это видно на рисунках 4 и 5. Это дает представление о большей степени костной интеграции сухожилия после формирования первичного соединительнотканного рубца через 3-4 недели, а следовательно, и прочностных преимуществах метода РДП.

Динамика результатов хирургического лечения полнослойного по-

вреждения ДСДМП методом РДП к срокам 12 недель составила: снижение показателей шкалы VAS с 7 [5; 8] до 1 [1; 1] балла ($p \leq 0,001$); снижение показателей шкалы DASH с 75 [49; 97] до 16 [14; 20] баллов ($p \leq 0,001$); рост показателей шкалы ASES с 22 [15; 30] до 96 [94; 99] баллов ($p \leq 0,001$). Данные показывают преимущества метода в области прочности, простоты использования и функциональной результативности. Наличие осложнений у пациентов, прошедших лечения методом РДП, оценивалось через 6 и

Рисунок 1

Топографо-анатомическое исследование точки прикрепления дистального сухожилия двуглавой мышцы плеча на лучевой бугристости при проведении замеров ИКС: (а) для расчетов S_1 , (б) для расчетов S_2 и S_3 , * — точки максимального соприкосновения сухожилия с костью

Figure 1

Topographic and anatomical study of the point of attachment of the distal tendon of the biceps brachii on the radial tuberosity during measurements of tendon contact index (TCI): (a) for calculations of S_1 , (b) for calculations of S_2 and S_3 , * — points of maximum contact between the tendon and the bone

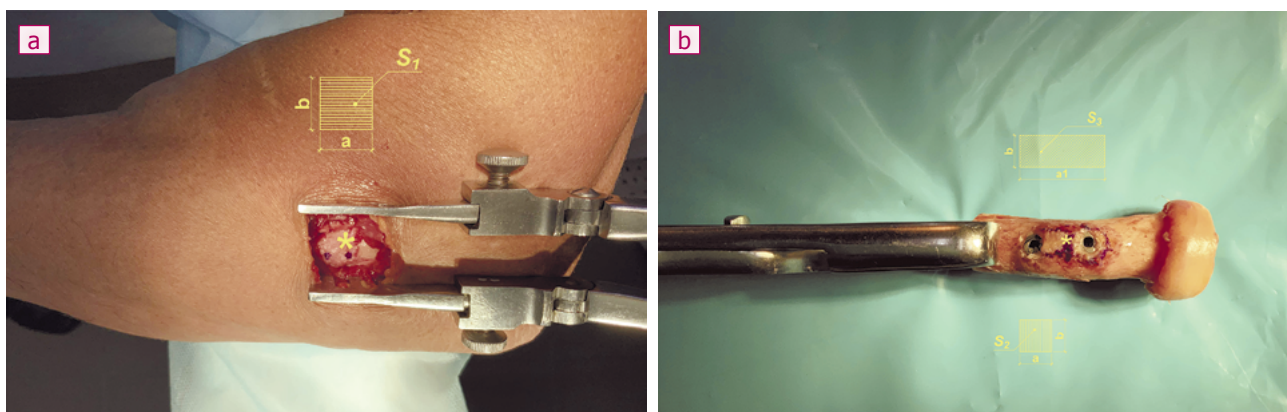


Рисунок 2

Топографо-анатомическое исследование крепления дистального сухожилия двуглавой мышцы плеча на лучевой бугристости при проведении замеров ИКС: (а) для расчетов S_4 и S_5 , (б) S_6

Figure 2

Topographic and anatomical study of the point of attachment of the distal tendon of the biceps brachii on the radial tuberosity during measurements of TCI: (a) for calculations of S_4 and S_5 , (b) S_6

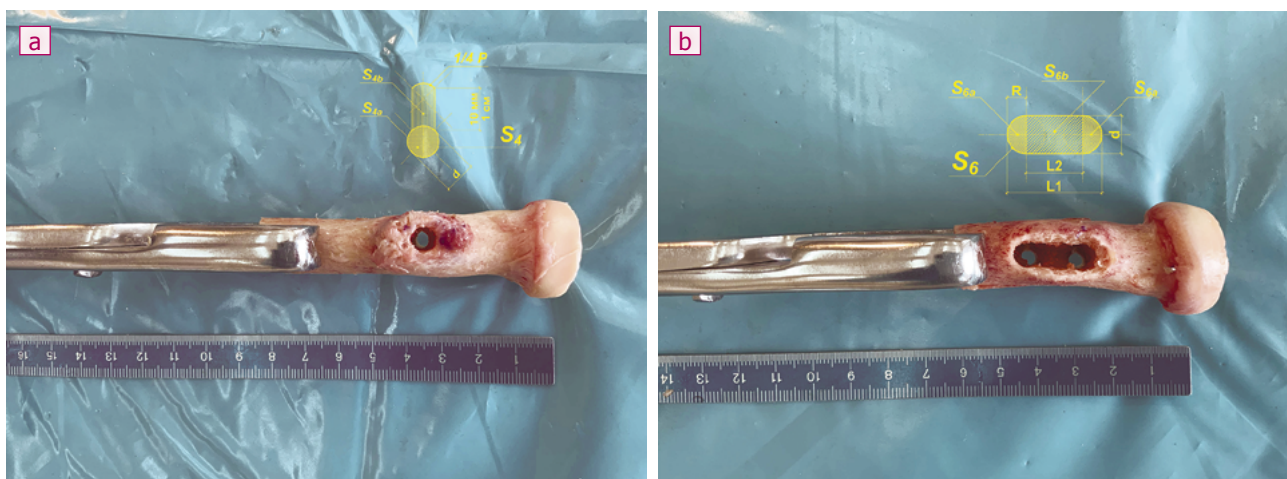


Рисунок 3

Топографо-анатомическое исследование крепления дистального сухожилия двуглавой мышцы плеча на лучевой бугристости при проведении замеров ИКС: (а) для расчетов S_1 , (b) S_2

Figure 3

Topographic and anatomical study of the point of attachment of the distal tendon of the biceps brachii on the radial tuberosity during measurements of TCI: (a) for calculations of S_1 , (b) S_2

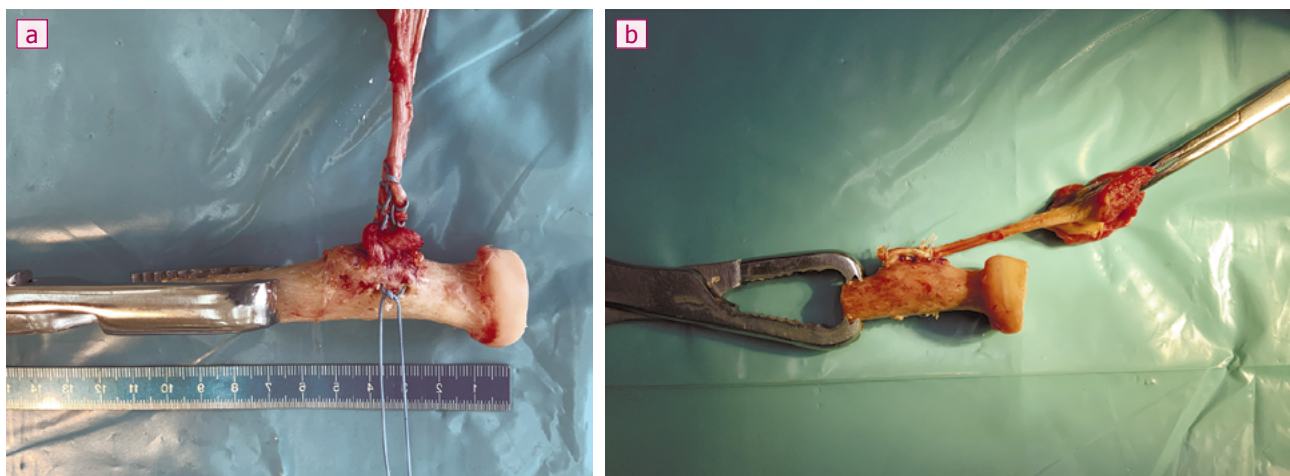
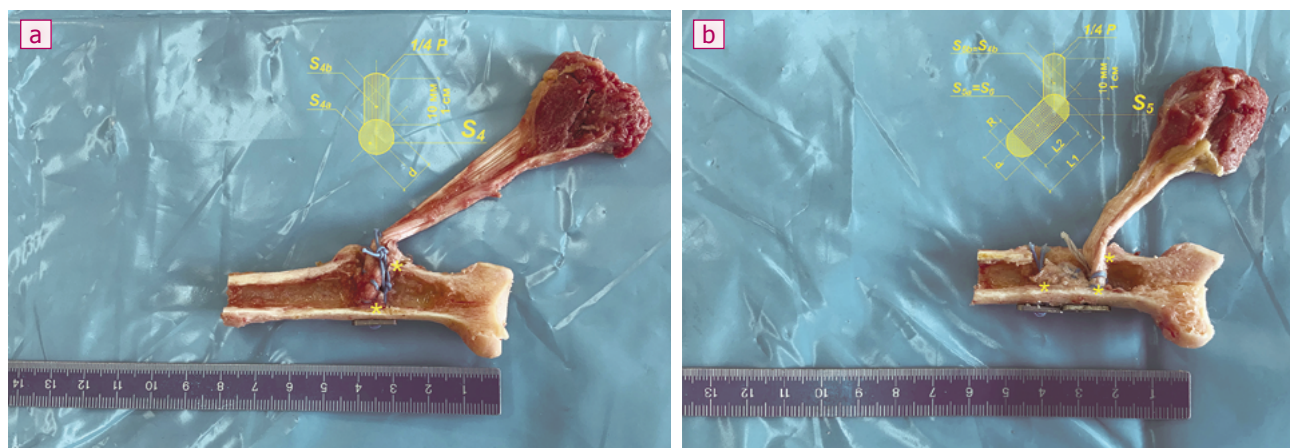


Рисунок 4

Топографо-анатомическое исследование крепления дистального сухожилия двуглавой мышцы плеча на лучевой бугристости при проведении замеров ИКС: (а) для расчетов $S_{4,5}$, (b) S_6 , * — точки максимального соприкосновения сухожилия с костью

Figure 4

Topographic and anatomical study of the point of attachment of the distal tendon of the biceps brachii on the radial tuberosity during measurements of TCI: (a) for calculations of $S_{4,5}$, (b) S_6 , * — points of maximum contact between the tendon and the bone



12 недель после операции, результаты представлены в таблице 3.

Гипотрофия двуглавой и трехглавой мышц у всех 3 (100 %) наблюдаемых пациентов определялась способом сравнительной морфометрии, динамометрии ДК-100 и разрешена применением элетростимуляции по истечении > 12 недель. В то время как контрактура локтевого сустава наблюдалась у 2 (67 %) пациентов, у которых производилась реинсерция, сочетанная со швом lacertus fibrosus. Оценка проводилась гониометрией и была

устранена последовательным применением аппаратной механотерапии (Kinetic Centura), а затем методом ручной кинезиотерапии до 12 недель $\pm$ 7 дней.

Через 12 недель после лечения 3 (100 %) пациентам был выполнен метод сравнительной УЗД локтевых суставов (волярным и тыльным доступами), на которых отсутствовали мышечная ретракция, признаки тендиноза, мукоидной дегенерации сухожилия. Также выполнялись МРТ 1,5 Тл и МСКТ с 3D-реконструкцией для оценки от-

ношения сформированного канала в положении супинации и пронации предплечья в области ПРУП (рис. 5).

Рецидивов разрыва ДСДМП после хирургического лечения методом РДП в период наблюдения зарегистрировано не было.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Использование кортикальных пуговиц, размещенных через сквозной разнодиаметральный канал лучевой бугристости в качестве «яко-

Таблица 2
Замеры индекса контакта сухожилие-кость в области анатомического оттиска
Table 2
Tendon-bone contact index measurements in the anatomical impression area

Тип фиксации Fixation type	Количество Number		Параметры анатомического оттиска Anatomical impression parameters	
	Абс. Abs.	%	Площадь контакта (a, b, c)* Contact square (a, b, c)*	ИКС (см²) TCI (cm²)
Транссоссальный шов Transosseous seam	1	12.5	0.7 × 0.7	0.49 ± 0.2
1-якорный фиксатор 1 anchor lock	1	12.5	0.7 × 0.7	0.49 ± 0.2
2-якорных фиксатора 2 anchor locks	1	12.5	0.7 × 2	1.4 ± 0.2
Внутриканальная фиксация 1 пуговицей Intracanal fixation with 1 button	1	12.5	0.8 × 0.8 × 1	1.13 ± 0.2
Внутриканальная фиксация 1 пуговицей + винт Intracanal fixation with 1 button + screw	1	12.5	0.8 × 0.8 × 1	0.76 ± 0.2
Внутриканальная фиксация 2 пуговицами (РДП) Intracanal fixation with 2 buttons (DBR)	3	37.5	0.8 × 2 × 1	2.09 ± 0.2

Примечание: * a – длина, b – ширина, c – глубина сформированного канала в см

Note: * a – length, b – width, c – depth of the formed channel in cm

Таблица 3
Послеоперационные осложнения у пациентов, оперированных методикой РДП
Table 3
Postoperative complications in patients operated by DBR

Вид осложнения Complication type	Срок наблюдения (кол-во / %) Follow-up period (amount / %)	
	6 недель 6 weeks	12 недель 12 weeks
Транзиторная нейропатия (PIN, LABCN) Transient neuropathy (PIN, LABCN)	0 (0 %)	0 (0 %)
Гипотрофия мышц Muscle hypotrophy	3 (100 %)	1 (33.3 %)
Контрактура сустава Joint contracture	2 (67 %)	1 (33.3 %)
Гетеротопическая оссификация Heterotopic ossification	0 (0%)	0 (0 %)

ря» для фиксации сухожильной культы к нативной области анатомического оттиска — эффективный и популярный способ реинсерции повреждения ДСДМП [18]. Биомеханические исследования показали, что при реинсерции кортикальной пуговицей достигается наибольшая прочность фиксации в сравнении с другими способами, однако повторные повреждения встречаются нередко и требуют комбинации имплантатов [4, 7]. Также технические особенности воспроизведения этого метода подразумевают вариативность хирургических доступов

(Dobbie, Boyd-Anderson, ADIA), накостное и внутриканальное позиционирование культы. Эффективная комбинация имплантатов и позиционирование сухожильной культы ДСДМП по отношению бугристости лучевой кости было определяющим в перспективной разработке способа лечения (РДП), описанного в данном исследовании.

Спортивные упражнения и весовые нагрузки, обусловленные физическим трудом, гипертрофируют ДСДМП, что приводит к увеличению площади поперечного сухожильного сечения и формирует дис-

баланс между ПРУП и утолщенным сухожилием. Эти физиологические и послеоперационные увеличения размеров ДСДМП гипотетически предрасполагают к динамическому импинджменту внутри ПРУП при перемещении предплечья из супинации в пронацию. Преимущества предложенного способа по сравнению с уже существующими заключаются в том, что риск повторного повреждения сухожилия снижается внутриканальным позиционированием культы и критически снижает его механический импинджмент [7, 19]. Площадь контакта

зоны сухожилие — кость двукратно увеличена за счет формы и глубины овального отверстия бугристой лучевой кости, что повышает межтканевую регенерацию на стенках костно-мозгового канала. Высокая степень прочности фиксации ДСДМП достигается за счет применения двух кортикальных пуговиц, дистальная из которых натягивает культю, в то время как проксимальная удерживает в сформированном костном ложе, распределяя нагрузку между фиксаторами и исключая возможность их миграции. Способ малотравматичен, так как выполняется через доступ ADIA с минимальной вероятностью травмирования рядом проходящих нейро-вазальных структур, мягких тканей, тем самым снижая риск развития осложнений и приводя к уменьшению времени, затрачиваемого на восстановление в послеоперационном периоде. Данный вид реинсерции не требует строгой иммобилизации локтевого сустава и приводит к сокращению сроков реабилитации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Достижение большей прочности фиксации дистального сухожилия двуглавой мышцы плеча в современных техниках сопровождается использованием интерферентного винта и обладает рисками высокой внутриканальной компрессии и ишемии, а также прямой травматизации тканей сухожилия лопастями имплантата. Пользуясь логикой бережного отношения к сухожилию при реинсерции и по возможности устранения любых травмирующих факторов, мы предлагаем мето-

Рисунок 5

MPT- и МСКТ-контроль поврежденного дистального сухожилия двуглавой мышцы плеча ДСДМП методом РДП с применением малоинвазивного доступа и фиксации двумя кортикальными пуговицами через 12 недель: (а) МРТ T1 WI сагиттальная проекция — изометрия и натяжение сухожилия к точке анатомического оттока, (б) 3D-реконструкция позиционирования имплантатов на тыльной поверхности лучевой кости

Figure 5

MRI and MSCT control of the injured distal tendon of the biceps brachii of proximal radio-ulnar space with use of DBR technique with low invasive approach and fixation with two cortical buttons after 12 weeks: (a) MRI T1 WI sagittal view — isometry and tension of the tendon to the point of the anatomical impression, (b) 3D reconstruction of implant positioning on the dorsal surface of the radius



дику погружения культы в сформированный овальный канал анатомического оттока и фиксации двумя кортикальными пуговицами, которая отвечает поставленным задачам и увеличивает площадь контакта сухожилия с костью. Серия из 4 топографо-анатомических исследований на кадаверном материале и 3 клинических случаев дает возможность первичной оценки результатов лечения. Большое количество случаев и длительные

сроки наблюдения сформируют в будущем полное представление о перспективном методе.

Информация о финансировании и конфликте интересов

Работа выполнена в рамках государственного задания № 122032200266-8. Авторы данной статьи сообщают об отсутствии явных и потенциальных конфликтных интересов, связанных с публикацией материалов.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Kelly MP, Perkinson SG, Ablove RH, Tueting JL. Distal biceps tendon ruptures: an epidemiological analysis using a large population database. *The American journal of sports medicine*. 2015; 43(8): 2012-2017. <https://doi.org/10.1177%2F0363546515587738>
2. Albishi W, Agenor A, Lam JJ, Elmaraghy A. Distal biceps tendon tears: diagnosis and treatment algorithm. *JBJS reviews*. 2021; 9(7): e20. <https://doi.org/10.2106/jbjs.rvw.20.00151>
3. Shulepov DA, Salikhov MR, Zlobin OV, Kogan PG. Results of anatomical reinsertion of the distal tendon of the biceps brachii using a minimally invasive fixation system Biceps Repair System. Modern achievements of traumatology and orthopedics: collection of scientific articles. St. Petersburg: Russian Order of the Red Banner of Labor Research Institute of Traumatology and Orthopedics n. a. R.R. Vreden, 2018; 298-302. Russian (Шулепов Д.А., Салихов М.Р., Злобин О.В., Коган П.Г. Результаты анатомической реинсерции дистального сухожилия двуглавой мышцы плеча с использованием малоинвазивной системы фиксации Biceps Repair System // Современные достижения травматологии и ортопедии: сборник научных статей. Санкт-Петербург: Российский ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена, 2018. С. 298-302.)
4. Tomizuka Y, Schmidt CC, Davidson AJ, Spicer CS, Smolinski MP, Mauro RJ, et al. Partial distal biceps avulsion results in a significant loss of supination force. *JBJS*. 2021; 103(9): 812-819. <http://dx.doi.org/10.2106/JBJS.20.00445>

5. Rubinger L, Solow M, Johal H, Al-Asiri J. Return to work following a distal biceps repair: a systematic review of the literature. *J Shoulder Elbow Surg.* 2020; 29: 1002-1009. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2019.12.006>
6. Bhatia DN, Kandhari V, DasGupta B. Cadaveric study of insertional anatomy of distal biceps tendon and its relationship to the dynamic proximal radioulnar space. *The Journal of hand surgery.* 2017; 42(1): 15-23. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhssa.2016.11.004>
7. Rausch V, Krieter JP, Leschinger T, Hackl M, Scaal M, Müller LP, et al. The radioulnar distance at the level of the radial tuberosity. *Clinical Anatomy.* 2020; 33(5): 661-666. <https://doi.org/10.1002/ca.23483>
8. Midtgaard KS, Hallgren HB, Frånlund K, Gidmark F, Søreide E, Johansson T, et al. An intact lacertus fibrosus improves strength after reinsertion of the distal biceps tendon. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy.* 2020; 28(7): 2279-2284. <https://doi.org/10.1007/s00167-019-05673-2>
9. Bajwa A, Simon MJ, Leith JM, Moola FO, Goetz TJ, Lodhia P. Surgical results of chronic distal biceps ruptures: a systematic review. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine.* 2022; 10(1): 23259671211065772. <https://doi.org/10.1177/23259671211065772>
10. Goedderz C, Plantz MA, Gerlach EB, Arpey NC, Swiatek PR, Cantrell CK, et al. Determining the incidence and risk factors for short-term complications following distal biceps tendon repair. *Clin Shoulder Elbow.* 2022; 25(1): 36-41. <https://doi.org/10.5397/cise.2021.00472>
11. Amarasooriya M, Bain GI, Roper T, Bryant K, Iqbal K, Phadnis J. Complications after distal biceps tendon repair: a systematic review. *The American Journal of Sports Medicine.* 2020; 48(12): 3103-3111. <https://doi.org/10.1177/0363546519899933>
12. Shedzko SE. The effectiveness of the standard distal biceps tendon refixation techniques. *Medical journal (Minsk).* 2020; 72(2): 117-122. Russian (Шедзько С.Е. Эффективность хирургического лечения повреждений дистального сухожилия бицепса плеча с использованием стандартных методик // Медицинский журнал (Минск). 2020. № 2(72). С. 117-122.)
13. Razaiean S, Zhang D, Harb A, Meller R, Krettek C, Hawi N. Distal biceps tendon repair using a modified double-incision technique: patient-reported outcomes with 10-year follow-up. *Orthopaedic journal of sports medicine.* 2020; 8(8): 2325967120944812. doi.org/10.1177/2325967120944812
14. Perera L, Watts AC, Bain GI. Distal biceps and triceps tendon ruptures. In: *Operative Elbow Surgery.* Editor(s): Stanley D, Trail IA. Churchill Livingstone, Elsevier, 2012. P. 555-572. <https://doi.org/10.1016/b978-0-7020-3099-4.00037-0>
15. de la Fuente J, Blasi M, Martínez S, Barceló P, Cachán C, Miguel M, et al. Ultrasound classification of traumatic distal biceps brachii tendon injuries. *Skeletal Radiology.* 2018; 47(4): 519-532. <https://doi.org/10.1007/s00256-017-2816-1>
16. Medvedchikov AE, Anastasieva EA, Korytkin AA, Kirylova IA. Providing specialized care to patients with a rupture of the distal tendon of the biceps brachii: diagnosis and treatment algorithm. *Acta Biomedica Scientifica (East Siberian Biomedical Journal).* 2022; 7(5-2): 193-206. Russian (Медведчиков А.Е., Анастасиева Е.А., Корыткин А.А., Кирилова И.А. Оказание специализированной помощи пациентам с разрывом дистального сухожилия двуглавой мышцы плеча: диагностика и алгоритм лечения // Acta Biomedica Scientifica (East Siberian Biomedical Journal). 2022. Т. 7, № 5-2. С. 193-206.) <https://doi.org/10.29413/ABS.2022-7.5-2.1>
17. Method for repairing a complete rupture of the distal tendon of the biceps brachii: pat. 2785858 C1 Russian Federation, МПК А61В 17/00, А61В 17/56 /Medvedchikov AA, Kirylova IA. No. 2022110344; sent: 15.04.2022; publ. on 14.12.2022, Bul. No. 35. Russian (Способ восстановления полного разрыва дистального сухожилия двуглавой мышцы плеча: пат. 2785858 C1 Российская Федерация, МПК А61В 17/00, А61В 17/56 /Медведчиков А.Е., Кирилова И.А.; № 2022110344; заявл. 15.04.2022; опубл. от 14.12.2022, Бюл. №35.)
18. Kaplunov OA, Nekrasov EYu, Khusainov KhKh. Mini-invasive reinsertion of the distal biceps tendon of the shoulder by the endo-button technology (preliminary report). *Medicine of extreme situations.* 2018; 20(4): 527-32. Russian (Каплунов О.А., Некрасов Е.Ю., Хусайнов Х.Х. Миниинвазивная реинсерция дистального сухожилия бицепса плеча методикой endo-button (предварительное сообщение) // Медицина экстремальных ситуаций. 2018. 20(4). С. 527-32.)
19. Gritsyuk AA, Kokorin AV, Smetanin SM. Rupture of the distal tendon of the biceps brachii: current concepts of etiopathogenesis and treatment. *Department Traumatology and Orthopedics.* 2016; (2): 42-48. Russian (Грицюк А.А., Кокорин А.В., Сметанин С.М. Разрыв дистального сухожилия двуглавой мышцы плеча: современные представления об этиопатогенезе и лечении // Кафедра травматологии и ортопедии. 2016. № 2. С. 42-48.)

Сведения об авторах:

Медведчиков А.Е., младший научный сотрудник, ФГБУ «ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России; врач травматолог-ортопед, АНО «Клиника НИИТО», г. Новосибирск, Россия. <http://orcid.org/0000-0002-1271-9026>

Анастасиева Е.А., аспирант, ФГБУ «ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России; врач травматолог-ортопед, АНО «Клиника НИИТО», г. Новосибирск, Россия. <https://orcid.org/0000-0002-9329-8373>

Прохоренко В.М., д.м.н., профессор, заведующий кафедрой травматологии и ортопедии, ФГБОУ ВО НГМУ Минздрава России; главный научный сотрудник, старший преподаватель, ФГБУ «ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России, г. Новосибирск, Россия. <https://orcid.org/0000-0002-0655-9644>

Information about authors:

Medvedchikov A.E., junior researcher, Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopedics named after Ya.L. Tsivyan; traumatologist-orthopedist, Clinic of Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopedics, Novosibirsk, Russia.

Anastasieva E.A., postgraduate student, Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopedics named after Ya.L. Tsivyan; traumatologist-orthopedist, Clinic of Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopedics, Novosibirsk, Russia.

Prokhorenko V.M., MD, PhD, professor, chief of department of traumatology and orthopedics, Novosibirsk State Medical University; chief researcher, chief lecturer, Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopedics named after Ya.L. Tsivyan, Novosibirsk, Russia.

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, д. 17, г. Новосибирск, Россия, 630091
E-mail: evgeniya.anastasieva@gmail.com

Статья поступила в редакцию: 25.02.2023

Рецензирование пройдено: 28.02.2023

Подписано в печать: 01.03.2023

Kirilova I.A., MD, PhD, deputy director for science, Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopedics named after Ya. L. Tsivyan, Novosibirsk, Russia.

Address for correspondence:

Anastasieva Evgenia Andreevna, Frunze St., 17, Novosibirsk, Russia, 630091
E-mail: evgeniya.anastasieva@gmail.com

Received: 25.02.2023

Review completed: 28.02.2023

Passed for printing: 01.03.2023



ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ ПИТАТЕЛЬНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ У ПАЦИЕНТОВ С ОСТРЫМ РЕСПИРАТОРНЫМ ДИСТРЕСС-СИНДРОМОМ (СООБЩЕНИЕ 2)

VARIABILITY OF NUTRITIONAL IMPAIRMENT IN PATIENTS WITH ACUTE RESPIRATORY DISTRESS SYNDROME (REPORT 2)

Гирш А.О. Girsh A.O.
Мищенко С.В. Mishchenko S.V.
Степанов С.С. Stepanov S.S.
Клементьев А.В. Klementyev A.V.
Черненко С.В. Chernenko S.V.
Крестникова Е.Н. Krestnikova E.N.

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

Цель – раскрыть вариабельность питательной недостаточности у пациентов с острым респираторным дистресс-синдромом тяжелой степени при осуществлении гетерогенной нутритивной терапии.

Материалы и методы. В наблюдении, имеющем ориентацию открытого клинического и проспективного, состояло 158 больных с острым респираторным дистресс-синдромом (ОРДС). Задействованные в наблюдении пациенты были рассортированы на шесть групп в зависимости от реализуемого варианта нутритивной поддержки. Осуществляли статистический анализ.

Результаты. Нутритивная коррекция у пациентов исследуемых групп минимизировала питательную недостаточность, что подтверждалось материализованным между всеми сроками наблюдения множественным сравнительным анализом. Результативность применяемых программ нутритивной поддержки в плане нивелирования выраженности питательной недостаточности у больных доказывалась осуществленным парным сравнением в исследуемых группах с предыдущим сроком. На 9, 11, 13 и 15-е сутки у больных подгрупп III и IV по отношению к пациентам групп I, II, V и VI фиксировалось достоверное отличие по балльной оценке недостаточности питания, несмотря на ее одинаковую выраженность. Значимым являлась выявленная на 13-е сутки разница между степенью недостаточности питания и ее балльной оценкой у больных групп III и IV и пациентов групп I, II, V и VI. На 19-е сутки у пациентов всех групп фиксировалась питательная недостаточность средней степени. Одинаковая по выраженности недостаточность питания имела у больных III и IV групп, по сравнению с пациентами групп I, II, V и VI, фактическую разницу по ее балльной оценке.

Выводы. У больных с тяжелым ОРДС, даже на фоне осуществляемой нутритивной поддержки, с первых по одиннадцатые сутки отмечается питательная недостаточность тяжелой степени. Все используемые программы нутритивной терапии способствовали уменьшению выраженности недостаточности питания у больных с тяжелым ОРДС.

Objective – uncover the variability of nutritional insufficiency in patients with severe acute respiratory distress syndrome in realization of heterogeneous nutritional therapy.

Materials and methods. The observation with an open clinical and prospective orientation consisted of 158 patients with ARDS. The patients involved in the follow-up were divided into six groups depending on the option of nutritional support implemented. Statistical analysis was performed.

Results. Nutritional correction in patients in the study groups minimized nutritional insufficiency, which was confirmed by the multiple comparative analysis in all follow-up periods. The effectiveness of the used nutritional support programs in terms of leveling the severity of nutritional insufficiency in patients was proved by a pair comparison in the study groups with the previous period. On the days 9, 11, 13 and 15, a significant difference was recorded in patients of subgroups III and IV in relation to patients of groups I, II, V and VI, according to score, malnutrition, despite its equal severity. The difference between the degree of malnutrition and its score in patients of groups III and IV and patients of groups I, II, V and VI was significant on day 13. On the day 19, patients of all groups had moderate nutritional insufficiency. In patients of groups III and IV, compared with patients of groups I, II, V and VI, the actual difference in its score was similar in severity of malnutrition.

Conclusion. In patients with severe ARDS, even against the background of nutritional support, from the first to the eleventh days, nutritional insufficiency of a severe degree is noted. All used nutritional therapy programs contributed to a decrease in the severity of malnutrition in patients with severe ARDS.

Для цитирования: Гирш А.О., Мищенко С.В., Степанов С.С., Клементьев А.В., Черненко С.В., Крестникова Е.Н. ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ ПИТАТЕЛЬНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ У ПАЦИЕНТОВ С ОСТРЫМ РЕСПИРАТОРНЫМ ДИСТРЕСС-СИНДРОМОМ (СООБЩЕНИЕ 2) // ПОЛИТРАВМА / POLYTRAUMA. 2023. № 1, С. 17-23.

Режим доступа: <http://poly-trauma.ru/index.php/pt/article/view/448>

DOI: 10.24412/1819-1495-2023-1-17-23

У больных с тяжелым ОРДС энтеральные и смешанные варианты нутритивной поддержки уменьшают тяжелую питательную недостаточность до средней степени на 13-е сутки, а парентеральные – на 15-е сутки.

У больных с тяжелым ОРДС применяемые энтеральные и смешанные варианты нутритивной поддержки, в отличие от парентеральных программ, достоверно уменьшают питательную недостаточность и увеличивают ее балльную оценку на 13-е и 19-е сутки.

После прекращения искусственной вентиляции легких, ввиду регресса гипоксемической острой дыхательной недостаточности и последующего перевода на самостоятельное дыхание, у больных с тяжелым ОРДС регистрируется питательная недостаточность средней выраженности, которая аргументирует продолжение использования нутритивной (энтерального питания) терапии в программе лечения до ее трансформации в легкую степень.

Ключевые слова: острый респираторный дистресс-синдром; питательная недостаточность.

In patients with severe ARDS, enteral and mixed versions of nutritional support reduce severe nutritional insufficiency to a moderate degree on the day13, and parenteral on the 15th day.

In patients with severe ARDS, the used enteral and mixed versions of nutritional support, unlike parenteral programs, significantly increase the score of nutritional insufficiency on the days9, 11, 13, 15 and 19.

After the termination of mechanical ventilation due to the regression of hypoxemic acute respiratory failure and subsequent transfer to independent breathing in patients with severe ARDS, moderate nutritional insufficiency is recorded, which justifies the continuation of the use of nutritional (enteral nutrition) therapy in the treatment program, until its transformation into a mild degree.

Key words: acute respiratory distress syndrome; nutritional insufficiency.

Несмотря на то, что у всех больных с острым респираторным дистресс-синдромом (ОРДС) с момента его диагностики развивается тяжелая питательная недостаточность, ее выраженность у пациентов с тяжелым течением достоверно превосходит таковую у больных с легкой и средней степенью тяжести [1]. Это связано с тем, что у пациентов с тяжелым течением ОРДС, по сравнению с больными с легкой и средней степенью тяжести, существуют более выраженные нарушения газообмена и органно-системные дисфункции в сочетании с воспалительной системной реакцией [2]. Исходя из сказанного выше, **цель исследования** выражалась в раскрытии вариативности питательной недостаточности у пациентов с острым респираторным дистресс-синдромом тяжелой степени при осуществлении гетерогенной нутритивной терапии.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В наблюдении, имеющем ориентацию открытого клинического и проспективного, состояло 158 больных с ОРДС тяжелой степени, сформировавшимся вследствие воздействия непрямого альтерирующего фактора, а именно шокогенной травмы III степени тяжести, и находившихся на лечении в отделениях реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ) БУЗОО ГКБСМП № 1 и БУЗОО ГКБ № 1 имени А.Н. Кабанова с 2016 по 2022 год.

Задействованные в наблюдении пациенты имели средний возраст 31,2 (21; 38) года и были рас-

сортированы на шесть групп в зависимости от реализуемого варианта нутритивной поддержки (табл. 1). Причастностью к наблюдению представлялись: 1) пациенты в возрасте от 18 до 40 лет; 2) диагностирование через 39 ± 6 часов с помощью индекса оксигенации (ИО) у пациентов тяжелой степени ОРДС; 3) проведение в ОРИТ всем больным с ОРДС тяжелой степени лечения, предложенного Общероссийской общественной организацией «Федерация анестезиологов и реаниматологов», но с учетом индивидуальных особенностей. Непричастностью к наблюдению представлялись: 1) сохраняющаяся у больных острая сердечно-сосудистая недостаточность, требующая внутривенного использования в программе лечения α_1 - и β_2 -адреномиметиков; 2) наличие у пациентов клинических, лабораторных и инструментальных признаков травматического шока; 3) присутствие у пациентов любой сопутствующей патологии.

Анализатором «Hitachi 902» Roche Diagnostics (Швейцария) регистрировали у больных содержание в плазме венозной крови альбумина (г/л) и трансферрина (г/л), а аппаратом «Sysmex XT 4000i», Sysmex (США) – абсолютное количество лимфоцитов (клеток в мл^3) в венозной крови. Выраженность недостаточности питания у больных с ОРДС устанавливали с помощью балльной оценки упрощенной шкалы оценки недостаточности питания [3] после ее унифицирования (табл. 3). Унифицирование шкалы оценки недостаточности питания

было связано с тем, что используемые в ней показатели, такие как индекс массы тела (ИМТ, $\text{кг}/\text{м}^2$), толщина кожно-жировой складки над трицепсом (КЖСТ) и окружность плеча (ОП), обладают низкой диагностической содержательностью у пациентов в критических состояниях [4-6], в том числе и с ОРДС [7]. Значительно большей диагностической весомостью в оценке выраженности недостаточности питания владели трансферрин, альбумин и абсолютное количество лимфоцитов [7]. Поэтому для правомерного рейтинга выраженности недостаточности питания у больных с ОРДС применялась упрощенная и унифицированная шкала (табл. 2). Степень недостаточности питания устанавливали у больных всех групп на 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17 и 19-е сутки, учитывая, что длительность респираторной поддержки у больных составляла 16 (15; 17) суток.

Статистический анализ проведен с использованием пакета программ Statistica 8.0 (StatSoft. Inc., USA). Характер распределения оценивали с помощью критерия Колмогорова–Смирнова и построением квантильных графиков. Проверку статистических гипотез проводили с помощью непараметрических методов статистики: Вилкоксона – зависимых выборок, ANOVA Краскала–Уоллиса для множественного сравнения независимых выборок, ANOVA Фридмана – зависимых выборок. Проблема множественного сравнения решалась путем использования ANOVA Кра-

Таблица 1

Варианты нутритивной поддержки у больных с ОРДС (158; 100 %) тяжелой степени (ИО $\leq$ 100 мм рт. ст.)

Table 1

Nutritional support options in patients with severe ARDS (158; 100 %) (OI $\leq$ 100 mmHg)

Больные (n; %) Patients (n; %)	Варианты нутритивной поддержки, их энергетическая ценность у больных Nutritional support options and their energy value in patients
I группа group I (26; 16,5 %)	Энтеральное питание, осуществляемое в течение всего периода наблюдения, смесью Нутрикомп диабет ликвид (B. Braun, Германия) – 500 мл (500 ккал) начинали с объема в 500 мл в первые сутки, с последующим ежедневным увеличением объема вводимой смеси на 250 мл (250 ккал) и достижением максимального суточного объема до 2000 мл (2000 ккал) на 7-е сутки Enteral nutrition, carried out during the entire observation period, with a mixture of Nutricomp Diabetes Liquid (B. Braun, Germany) – 500 ml (500 kcal) began with a volume of 500 ml on the first day, followed by a daily increase in the volume of the injected mixture by 250 ml (250 kcal) and reaching the maximum daily volume up to 2,000 ml (2,000 kcal) on the 7th day
II группа group II (28; 17,7 %)	Энтеральное питание, осуществляемое в течение всего периода наблюдения, смесью Нутрикомп иммунный ликвид (B. Braun, Германия) – 500 мл (650 ккал) начинали с объема в 500 мл в первые сутки, с последующим ежедневным увеличением объема вводимой смеси на 250 мл (325 ккал) и достижением максимального суточного объема до 2000 мл (2600 ккал) на 7-е сутки Enteral nutrition, carried out during the entire period of observation, with a mixture of Nutricomp immune liquid (B. Braun, Germany) – 500 ml (650 kcal) began with a volume of 500 ml on the first day, followed by a daily increase in the volume of the injected mixture by 250 ml (325 kcal) and reaching the maximum daily volume up to 2,000 ml (2,600 kcal) on the 7th day
III группа group III (22; 13,9 %)	Парентеральное питание с помощью системы «три в одном» 48/150 липид (B. Braun, Германия) – 625 мл (632 ккал) с 1-х по 8-е сутки. С 9-х суток параллельно парентеральному питанию добавлено введение энтеральной смеси нутрикомп иммунный ликвид (B. Braun, Германия) – 500 мл (650 ккал), с последующим ежедневным увеличением объема вводимой смеси на 250 мл (325 ккал) и достижением максимального суточного объема до 2000 мл (2000 ккал) на 15-е сутки, а также отменой в этот же срок парентерального питания Parenteral nutrition using the «threeinone» system 48/150 lipid (B. Braun, Germany) – 625 ml (632 kcal) from the 1st to the 8th day. From the 9th day, in parallel with parenteral nutrition, the introduction of the enteral mixture Nutricomp immune liquid (B. Braun, Germany) – 500 ml (650 kcal) was added, followed by a daily increase in the volume of the injected mixture by 250 ml (325 kcal) and reaching the maximum daily volume up to 2,000 ml (2,000 kcal) on the 15th day, as well as the abolition of parenteral nutrition at the same time
IV группа group IV (24; 15,2 %)	Парентеральное питание с помощью системы «три в одном» Нутрифлекс 70/180 липид (B. Braun, Германия) – 625 мл (740 ккал) с 1-х по 8-е сутки. С 9-х суток параллельно парентеральному питанию добавлено введение энтеральной смеси нутрикомп иммунный ликвид (B. Braun, Германия) – 500 мл (650 ккал), с последующим ежедневным увеличением объема вводимой смеси на 250 мл (325 ккал) и достижением максимального суточного объема до 2000 мл (2600 ккал) на 15-е сутки, а также отменой в этот же срок парентерального питания Parenteral nutrition using the «threeinone» system Nutriflex 70/180 lipid (B. Braun, Germany) – 625 ml (740 kcal) from the 1st to the 8th day. From the 9th day, in parallel with parenteral nutrition, the introduction of an enteral mixture Nutricomp immune liquid (B. Braun, Germany) – 500 ml (650 kcal) was added, followed by a daily increase in the volume of the injected mixture by 250 ml (325 kcal) and reaching a maximum daily volume of up to 2,000 ml (2,600 kcal) on the 15th day, as well as the abolition of parenteral nutrition at the same time
V группа group V (30; 19 %)	Смешанное питание (парентеральное питание с помощью системы «три в одном» Нутрифлекс 70/180 липид (B. Braun, Германия) – 625 мл (740 ккал) + энтеральное питание смесью нутрикомп диабет ликвид (B. Braun, Германия) – 500 мл (500 ккал), начинали с 1-х суток, с ежедневным увеличением объема вводимой энтеральной смеси на 250 мл (325 ккал) и достижением максимального суточного объема до 2000 мл (2000 ккал) на 7-е сутки и отменой на 6-е сутки парентерального питания Mixed nutrition (parenteral nutrition using the «threeinone» system Nutriflex 70/180 lipid (B. Braun, Germany) – 625 ml (740 kcal) + enteral nutrition with a mixture of Nutricomp diabetes liquid (B. Braun, Germany) – 500 ml (500 kcal), started from the 1st day, with a daily increase in the volume of the administered enteral mixture by 250 ml (325 kcal) and the achievement of a maximum daily volume of up to 2,000 ml (2,000 kcal) on the 7th day and the abolition of the parenteral mixture on the 6th day of nutrition

VI группа group VI (28; 17,7 %)	Смешанное питание (парентеральное питание с помощью системы «три в одном» Нутрифлекс 70/180 липид (B.Braun, Германия) – 625 мл (740 ккал) + энтеральное питание смесью Нутрикомп иммунный ликвид (B. Braun, Германия) – 500 мл (650 ккал), начинали с 1-х суток, с ежесуточным увеличением объема вводимой энтеральной смеси на 250 мл (325 ккал) и достижением максимального суточного объема до 2000 мл (2600 ккал) на 7-е сутки и отменой на 6-е сутки парентерального питания Mixed nutrition (parental nutrition using the «three in one» system Nutriflex 70/180 lipid (B. Braun, Germany) – 625 ml (740 kcal) + enteral nutrition with a mixture of Nutricomp immune liquid (B. Braun, Germany) – 500 ml (650 kcal), started from the 1st day, with a daily increase in the volume of the administered enteral mixture by 250 ml (325 kcal) and the achievement of a maximum daily volume of up to 2,000 ml (2,600 kcal) on the 7th day and the abolition of the parenteral mixture on the 6th day food
---------------------------------------	---

Таблица 2

Упрощенная унифицированная балльная оценка степени недостаточности питания у больных с ОРДС

Table 2

Simplified unified scoring of the degree of malnutrition in patients with ARDS

Критерии Criteria	Нормальные значения Normal values	Недостаточность питания Malnutrition		
		Легкая Mild	Средняя Average	Тяжелая Severe
Альбумин, г/л Albumin, g/l	≥ 35	34-30	29-25	< 25
Трансферрин, г/л Transferrin, g/l	≥ 2	1.9-1.8	1.7-1.6	< 1.6
Лимфоциты, клеток в мл ³ Lymphocytes, cells in ml ³	> 1.8	1.8-1.5	1.4-0.9	< 0.9
Количество баллов за каждый критерий Number of points for each criterion	3	2	1	0
Сумма баллов Sum of points	9	8-6	5-3	< 3

скела—Уоллиса. Нулевые гипотезы отвергались с учетом поправки на множественность сравнения при уровне статистической значимости $p < 0,01$. Количественные данные в таблицах исследования представлены как медиана (Me – 50% квартиль, Q2) и интерквартильный разброс (Q1-Q3 – 25-75% квартили) [8].

Исследование проводилось на основании разрешения локальных биоэтических комитетов БУЗОО «Городская клиническая больница № 1 им. А.Н. Кабанова» и БУЗОО «Городская клинической больницы скорой медицинской помощи № 1», а также всех его участников (на основании добровольного информированного согласия) и соответствовало этическим стандартам, разработанным на основе Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» с поправками 2013 г., и «Правилам клинической практики

в Российской Федерации», утвержденным приказом Минздрава РФ от 19.06.2003 № 266.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Выполненная нутритивная коррекция у пациентов исследуемых групп минимизировала питательную недостаточность, что подтверждалось материализованным между всеми сроками наблюдения множественным сравнительным анализом (табл. 3). Результативность применяемых программ нутритивной поддержки в плане нивелирования выраженности питательной недостаточности у больных доказывалась осуществленным парным сравнением в исследуемых группах с предыдущим сроком (табл. 3). Небезынтересным было то, что на 9, 11, 13 и 15-е сутки у больных групп III и IV по отношению к пациентам групп I, II, V и VI фиксировалось достоверное отличие по балльной оценке недостаточности питания, несмотря на ее одинаковую выраженность

(табл. 3). Принципиально значимым являлась выявленная на 13-е сутки заслуживающая внимания разница между степенью недостаточности питания у больных групп III и IV и пациентов групп I, II, V и VI (табл. 3). Также имело существенное значение и то, что балльная оценка питательной недостаточности у больных I и II групп была статистически меньше, чем у пациентов V и VI групп (табл. 3). В свою очередь, балльная оценка питательной недостаточности у больных I и II групп значимо превосходила аналогичную отметку у пациентов III и IV групп (табл. 3). На 15-е сутки у пациентов групп I, II, V и VI уже не фиксировалось между собой отличий по балльной оценке питательной недостаточности. Однако в этот же срок регистрировалось значимое различие по данному критерию у пациентов групп III и IV с больными I, II, V и VI групп (табл. 3). На 19-е сутки у пациентов всех групп фиксировалась питательная недостаточность

средней степени (табл. 3). Достойным внимания было то, что одинаковая по выраженности недостаточность питания имела у больных III и IV групп, по сравнению с пациентами групп I, II, V и VI, фактическую разницу по ее балльной оценке (табл. 3).

ОБСУЖДЕНИЕ

Наличие тяжелой питательной недостаточности у пациентов всех исследуемых групп, даже на фоне осуществляемой гетерогенной нутритивной поддержки, с первых по седьмые сутки периода наблюдения было обусловлено внушительными нарушениями газообмена вследствие значительной площади поражения легочной паренхимы [9], выраженной полиорганной недостаточности [10] и системного воспаления [11]. Более того, данные факторы оказывали деструктивное влияние на обмен белков, жи-

ров и углеводов [3], что, в частности, способствовало реформированию метаболизма, а именно трансформации углеводного обмена на жировой [4], который был в данной ситуации абсолютно не эффективен вследствие того, что окисление жиров стопорится нехваткой углеводов и кислорода и финиширует на этапе формирования кетонных тел [10]. Кроме того, системное воспаление и полиорганная недостаточность содействовали увеличению потребления кислорода [2, 9] и высвобождению провоспалительных медиаторов [9], что изменяло центральную регуляцию метаболической активности [3], способствующую выраженному катаболизму [10], который обуславливал значительную деструкцию белка [1]. Увеличение в сыворотке крови глюкокортикоидов, являющихся гормонами катаболизма, усиливало деструкцию белков и содей-

ствовало нарастанию аминокислот [10]. В этой ситуации аминокислоты подвергались окислительному дезаминированию и начинали использоваться не как пластический, а как энергетический субстрат [3]. Характерное для ОРДС генерализованное гипоксемическо-гипоксическое повреждение прицельно расстраивало функции сердечно-сосудистой системы, легких, желудочно-кишечного тракта и печени, то есть тех систем и органов, где должны усваиваться, метаболизироваться и синтезироваться белки, жиры и углеводы [3]. Поэтому, помимо повышенного метаболизма [1], это являлось еще одной причиной того, что у всех исследуемых больных осуществляемые варианты нутритивной поддержки (у больных I, II, V и VI групп в течение семи суток, а у пациентов III и IV групп – девяти суток) были малопродуктивными в отношении по-

Таблица 3

Степень недостаточности питания у больных с ОРДС тяжелой степени, Me (QL; QH) – медиана (нижний и верхний квартили)

Table 3

The degree of malnutrition in patients with severe ARDS, Me (QL; QH) – median (lower and upper quartiles)

Периоды наблюдения Observation periods	Балльная оценка степени недостаточности питания / Malnutrition scoring					
	Энтеральное питание (группы) Enteral nutrition (groups)		Парентеральное питание (группы) Parenteral nutrition (groups)		Смешанное питание (группы) Mixed nutrition (groups)	
	I	II	III	IV	V	VI
1-е сутки / day 1	0 (0; 0)	0 (0; 0)	0 (0; 0)	0 (0; 0)	0 (0; 0)	0 (0; 0)
3-и сутки / day 3	0 (0; 0)	0 (0; 0)	0 (0; 0)	0 (0; 0)	0 (0; 0)	0 (0; 0)
5-е сутки / day 5	0 (0; 0)	0 (0; 0)	0 (0; 0)	0 (0; 0)	0 (0; 0)	0 (0; 0)
7-е сутки / day 7	0 (0; 0)	0 (0; 0)	0 (0; 0)	0 (0; 0)	0 (0; 0)	0 (0; 0)
9-е сутки* / day 9#	1 (1; 1) $p = 0.0000^{7-9}$	1 (1; 1) $p = 0.0000^{7-9}$	0 (0; 0)	0 (0; 0)	1 (1; 1) $p = 0.0000^{7-9}$	1 (1; 1) $p = 0.0000^{7-9}$
11-е сутки* / day 11#	2 (1; 2) $p = 0.0000^{9-11}$	2 (1; 2) $p = 0.0000^{9-11}$	1 (1; 1) $p = 0.0000^{9-11}$	1 (1; 1) $p = 0.0000^{9-11}$	2 (1; 2) $p = 0.0000^{9-11}$	2 (1; 2) $p = 0.0000^{9-11}$
13-е сутки* / day 13#	3 (2; 3) $p = 0.0000^{11-13}$	3 (2; 3) $p = 0.0000^{11-13}$	2 (1; 2) $p = 0.0000^{11-13}$	2 (1; 2) $p = 0.0000^{11-13}$	4 (3; 4) $p = 0.0000^{11-13}$	4 (3; 4) $p = 0.0000^{11-13}$
15-е сутки* / day 15#	4 (3; 4) $p = 0.0000^{13-15}$	4 (3; 4) $p = 0.0000^{13-15}$	3 (2; 3) $p = 0.0000^{13-15}$	3 (2; 3) $p = 0.0000^{13-15}$	4 (3; 4)	4 (3; 4)
17-е сутки / day 17	4 (4; 4)	4 (4; 4)	4 (4; 4) $p = 0.0000^{15-17}$	4 (4; 4) $p = 0.0000^{15-17}$	4 (4; 4)	4 (4; 4)
19-е сутки* / day 19#	5 (4; 5) $p = 0.0000^{17-19}$	5 (4; 5) $p = 0.0000^{17-19}$	4 (4; 4)	4 (4; 4)	5 (4; 5) $p = 0.0000^{17-19}$	5 (4; 5) $p = 0.0000^{17-19}$
ANOVA Фридмана Friedman's ANOVA	N = 27, df = 9; $p < 0.00000 *$	N = 27, df = 9; $p < 0.00000 *$	N = 22, df = 9; $p < 0.00000 *$	N = 24, df = 9; $p < 0.00000 *$	N = 30, df = 9; $p < 0.00000 *$	N = 28, df = 9; $p < 0.00000 *$

Примечание: здесь в таблице * – различия в группах между всеми сроками наблюдения статистически значимы (ANOVA Фридмана, при $p < 0,05$), $p=n-n$ – парное сравнение в подгруппах, проведенное с предыдущим сроком (критерий Вилкоксона, $p < 0,05$), # – сравнение подгрупп по срокам (ANOVA Краскела-Уоллиса).

Note: here in the table * – differences in groups between all periods of observation are statistically significant (Friedman's ANOVA, at $p < 0.05$), $p=n-n$ – pairwise comparison in subgroups conducted with the previous term (Wilcoxon test, $p < 0.05$), # – comparison of subgroups by timing (Kruskal-Wallis ANOVA).

зитивного регулирования динамики питательной недостаточности. Также осуществляемое парентеральное питание у больных III и IV групп по методу ограниченного объема [4] имело меньшее содержание калорий и аминокислот по сравнению с вариантами энтеральной и смешанной поддержки, используемыми у пациентов I, II, V и VI групп, что способствовало возникновению фактической разницы по балльной оценке питательной недостаточности на девятые и одиннадцатые сутки. Несомненно, что у больных III и IV групп критически пораженный орган газообмена [2] не мог полноценно утилизировать вводимые жирные кислоты, обладающие высокой калорической ценностью [4] и необходимые для образования альбумина, трансферрина и лимфоцитов [3]. При этом в данные сроки у больных фиксировалась одинаковая степень питательной недостаточности. Несмотря на увеличение с девятых суток энергетических и пластических составляющих за счет добавления в программу питания больных III и IV групп энтеральной смеси, у них, по сравнению с пациентами I, II, V и VI групп, достоверно регистрировалась более выраженная питательная недостаточность. Также в это же время у больных III и IV групп по отношению к пациентам I, II, V и VI групп отмечалась истинная разница по балльной оценке питательной недостаточности. На тринадцатые сутки отмечалась неординарная ситуация, связанная с уменьшением выраженности питательной недостаточности у пациентов I, II, V и VI групп по отношению к больным III и IV групп, которая стала

возможной за счет более длительного введения по времени большего количества нутриентов, а также их лучшей утилизации, в частности через желудочно-кишечный тракт [3], на фоне регрессирующих нарушений газообмена [2]. Это утверждение подтверждалось и тем, что у пациентов V и VI групп, в отличие от больных I и II групп, регистрировалось достоверное увеличение балльной оценки питательной недостаточности. На пятнадцатые, семнадцатые и девятнадцатые сутки у пациентов всех групп фиксировалась средняя степень питательной недостаточности, что предполагало действенность питательной поддержки в отношении регулирования гиперметаболизма и белково-энергетической недостаточности. Вместе с тем у больных III и IV групп, по сравнению с пациентами I, II, V и VI групп, на пятнадцатые и девятнадцатые сутки отмечалась статистически значимая разница по балльной оценке питательной недостаточности. Принципиальное значение имело то, что после прекращения искусственной вентиляции легких и последующего перевода больных, перенесших ОРДС, на самостоятельное дыхание у них констатировалась питательная недостаточность средней выраженности. Данная ситуация предполагала дальнейшее пролонгирование нутритивной поддержки у пациентов, перенесших ОРДС, с целью уменьшения питательной недостаточности до легкой степени.

ВЫВОДЫ:

1. У больных с тяжелым ОРДС даже на фоне осуществляемой нутритивной поддержки с первых

по одиннадцатые сутки отмечается питательная недостаточность тяжелой степени.

2. Все используемые программы нутритивной терапии способствовали уменьшению выраженности недостаточности питания у больных с тяжелым ОРДС.
3. У больных с тяжелым ОРДС энтеральные и смешанные варианты нутритивной поддержки уменьшают тяжелую питательную недостаточность до средней степени на 13-е сутки, а парентеральные – на 15-е сутки.
4. У больных с тяжелым ОРДС применяемые энтеральные и смешанные варианты нутритивной поддержки, в отличие от парентеральных программ, достоверно увеличивают балльную оценку питательной недостаточности на 9, 11, 13, 15 и 19-е сутки.
5. После прекращения искусственной вентиляции легких ввиду регресса гипоксемической острой дыхательной недостаточности и последующего перевода на самостоятельное дыхание у больных с тяжелым ОРДС регистрируется питательная недостаточность средней выраженности, которая аргументирует продолжение использования нутритивной (энтерального питания) терапии в программе лечения до ее трансформации в легкую степень.

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. 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. Время возникновения белково-энергетической недостаточности у больных с острым респираторным дистресс-синдромом // Забайкальский медицинский вестник. 2020. № 4. С. 90-95.)
2. Yaroshetsky AI, Gritsan AI, Avdeev SN, Vlasenko AV, Eremenko AA, Zabolotskikh IB, et al. Diagnosis and intensive care of acute respiratory distress syndrome. Clinical recommendations of the All-Russian public organization Federation of Anesthesiologists and Resuscitators. *Anesthesiology and Resuscitation*. 2020. (2): 5-39. Russian.

(Ярошецкий А.И., Грицан А.И., Авдеев С.Н., Власенко А.В., Еременко А.А., Заболотских И.Б. и др. Диагностика и интенсивная терапия острого респираторного дистресс-синдрома. Клинические рекомендации Общероссийской общественной организации Федерация анестезиологов и реаниматологов // Анестезиология и реаниматология. 2020. № 2. С. 5-39.)

3. Parenteral and enteral nutrition: national guidelines /GP Arutyunov et al; edited by MSh Khubutiya, TS Poprova, AI Saltanov; Russian association of parenteral and enteral nutrition. Moscow: GEOTAR-Media, 2014. 799 p. Russian (Парентеральное и энтеральное питание: национальное руководство /Г.П. Арутюнов и др.; под ред. М.Ш. Хубутия, Т.С. Попровой, А.И. Салтанова; Российская ассоц. парентерального и энтерального питания. Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2014. 799 с.)

4. Weimann A, Braga M, Carli F, Higashiguchi T, Hübner M, Klek S, et al. ESPEN guideline: clinical nutrition in surgery. *Clinical Nutrition*. 2017; 36(3): 623-650.
5. Taylor BE, McClave SA, Martindale RG, Warren MM, Johnson DR, Braunschweig C, et al. Guidelines for the provision and assessment of nutrition support therapy in the adult critically ill patient: Society of critical care medicine (SCCM) and American Society for Parenteral and Enteral Nutrition (A.S.P.E.N.). *Crit. Care Med*. 2016; 44(2): 390-438.
6. Sivkov AO, Leiderman IN, Sivkov OG, Girsch AO. Assessment and prognostic significance of nutritional status indicators in trauma and surgical patients of intensive care and intensive care units: systematic literature review. *Polytrauma*. 2021; (3): 82-111. Russian (Сивков А.О., Лейдерман И.Н., Сивков О.Г., Гирш А.О. Оценка и прогностическая значимость показателей нутритивного статуса у травматологических и хирургических пациентов отделений реанимации и интенсивной терапии: систематический обзор литературы //Политравма. 2021. № 3. С. 82-111.)
7. Girsch AO, Maksimishin SV. Diagnostic content of nutritional status data in patients with acute respiratory distress syndrome during nutritional support. *Polytrauma*. 2019; (2): 11-18. Russian (Гирш А.О., Максимишин С.В. Диагностическая содержательность данных нутритивного статуса у пациентов с острым респираторным дистресс-синдромом при проведении питательной поддержки //Политравма. 2019. № 2. С. 11-18.)
8. 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.)
9. 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.)
10. Leiderman IN. Multiple organ failure syndrome. Metabolic bases. *Anesthesiology and Resuscitation*. 2000; (3): 24-28. Russian (Лейдерман И.Н. Синдром полиорганной недостаточности. Метаболические основы //Анестезиология и реаниматология. 2000. № 3. С. 24-28.)
11. Bellani G, Laffey JG, Pham T, Fan E, Brochard L, Esteban A, et al. Epidemiology, patterns of care, and mortality for patients with acute respiratory distress syndrome in intensive care units in 50 countries. *JAMA*. 2016; 315(8): 788-800. doi: 10.1001/jama.2016.0291

Сведения об авторах:

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

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

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

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

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

Крестникова Е.Н., студентка 5 курса лечебного факультета, ФГБОУ ВО ОмГМУ Минздрава России, г. Омск, Россия.

Адрес для переписки:

Гирш Андрей Оттович, ул. Красный путь, д. 135, корп. 1, кв. 139, г. Омск, Россия, 644033
Тел: +7 (3812) 998-508; +7 (923) 681-40-60
E-mail: agirsh@mail.ru

Статья поступила в редакцию: 30.06.2022

Рецензирование пройдено: 04.08.2022

Подписано в печать: 01.03.2023

Information about authors:

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

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

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

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

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

Krestnikova E.N., student of 5th course of medical faculty, Omsk State Medical University, Omsk, Russia.

Address for correspondence:

Girsh Andrei Ottovich, Krasny Put St., 135, building 1, app. 139, Omsk, Russia. 644033
Tel: +7 (3812) 998-508; +7 (923) 681-40-60
E-mail: agirsh@mail.ru

Received: 30.06.2022

Review completed: 04.08.2022

Passed for printing: 01.03.2023

ОЦЕНКА КОГНИТИВНОГО СТАТУСА В ПЕРИОПЕРАЦИОННОМ ПЕРИОДЕ У ГЕРОНТОЛОГИЧЕСКИХ ПАЦИЕНТОВ

ASSESSMENT OF COGNITIVE STATUS IN THE PERIOPERATIVE PERIOD IN GERIATRIC PATIENTS

Кочеткова М.В. Kochetkova M.V.
Хабаров Д.В. Khabarov D.V.
Солуянов М.Ю. Soluyanov M.Yu.
Смагин А.А. Smagin A.A.
Сюткина И.П. Syutkina I.P.
Демура А.Ю. Demura A.Yu.
Миронов Д.В. Mironov D.V.

НИИКЭЛ — филиал ИЦиГ СО РАН,

Research Institute of Clinical and Experimental
Lymphology — Branch of Institute of Cytology and Genetics,
Siberian Branch of Russian Academy of Sciences,

Новосибирский государственный университет,
Институт медицины и психологии В. Зельмана,
г. Новосибирск, Россия

Novosibirsk State University,
Zelman Institute for Medicine and Psychology,
Novosibirsk, Russia

Цель исследования — оценить влияние интраоперационного применения пропофола с целью седации на когнитивный статус и уровень депрессивного симптомокомплекса пациентов геронтологического профиля.

Материалы и методы. Проспективное когортное исследование проведено у 62 пациентов урологического профиля (ДГПЖ 2-3 ст.) с разделением на две группы: пациенты без седации и пациенты с седацией пропофолом. Операция: биполярная трансуретральная резекция предстательной железы (БТУР). Оценка уровня седации проводилась по шкале седации Ramsey с непрерывным контролем по BIS-монитору. Оценка когнитивного статуса осуществлялась с использованием краткой шкалы оценки психического статуса — MMSE-теста и шкалы депрессии Гамильтона.

Результаты. Оценка когнитивных функций до операции (MMSE-тест) выявила легкие когнитивные нарушения в обеих группах. Больше 50 % пациентов групп исследования находились в состоянии легкого депрессивного расстройства (шкала депрессии Гамильтона). Пациенты группы с седацией показали достоверное уменьшение балльной оценки по шкале депрессии Гамильтона от исходной на вторые сутки после операции с $8,6 \pm 1,4$ до $7,2 \pm 1,1$ ($p < 0,05$), также достоверное различие между группами на вторые сутки после операции: $7,2 \pm 1,1$ балла в группе с седацией и $8,4 \pm 1,2$ балла в группе без седации ($p < 0,05$).

Заключение. Использование седации пропофолом под контролем BIS-мониторинга в интраоперационном периоде у пациентов геронтологического возраста с БТУР с применением регионарной анестезии оказывает благоприятный эффект на когнитивный статус и снижает выраженность депрессивного симптомокомплекса по данным шкалы психического статуса MMSE-теста и шкалы депрессии Гамильтона.

Ключевые слова: седация; когнитивные функции; БТУР предстательной железы.

Objective — to evaluate the effect of intraoperative use of propofol for the purpose of sedation on the cognitive status and the level of depressive symptom complex in geriatric patients.

Materials and methods. A prospective cohort study was conducted in 62 urological patients (BPH of 2-3 stages) divided into two groups: patients without sedation and patients with propofol sedation. Operation: bipolar transurethral resection of the prostate (BTUR). The level of sedation was assessed using the Ramsey Sedation Scale with continuous monitoring using the BIS monitor. Cognitive status was assessed using the Mini Mental Status Scale (MMSE) and the Hamilton Depression Scale.

Results. Assessment of cognitive functions before surgery (MMSE-test) revealed mild cognitive impairment in both groups. More than 50% of patients in the study groups were in a state of mild depressive disorder (Hamilton Depression Scale). Patients in the sedated group showed a significant decrease in the score on the Hamilton Depression Scale from baseline to the second day after surgery: from 8.6 ± 1.4 to 7.2 ± 1.1 ($p < 0.05$), as well as a significant difference between the groups on the second day after surgery: 7.2 ± 1.1 points in the group with sedation and 8.4 ± 1.2 points in the group without sedation ($p < 0.05$).

Conclusion. The use of sedation with propofol under the control of BIS-monitoring in the intraoperative period in patients of gerontological age with BTUR using regional anesthesia has a beneficial effect on the cognitive status and the severity of the depressive symptom complex according to the mental status scale of the MMSE test and the Hamilton Depression Scale.

Key words: sedation; cognitive functions; BTUR of the prostate.

Старение общества — это актуальная социальная и экономическая проблема. Прогноз экспер-

тов ВОЗ и ООН свидетельствует, что через пару десятков лет четверть населения нашей планеты пе-

решагнет планку в 65 лет, а в обществе на одного работающего человека будет приходиться по пенсионе-

Для цитирования: Кочеткова М.В., Хабаров Д.В., Солуянов М.Ю., Смагин А.А., Сюткина И.П., Демура А.Ю., Миронов Д.В. ОЦЕНКА КОГНИТИВНОГО СТАТУСА В ПЕРИОПЕРАЦИОННОМ ПЕРИОДЕ У ГЕРОНТОЛОГИЧЕСКИХ ПАЦИЕНТОВ //ПОЛИТРАВМА / POLYTRAUMA. 2023. № 1, С. 24-28.

Режим доступа: <http://poly-trauma.ru/index.php/pt/article/view/450>

DOI: 10.24412/1819-1495-2023-1-24-28

ру [1]. Улучшение качества жизни мужчин пожилого и старческого возраста становится целью многих клинических дисциплин.

Операцией выбора при доброкачественной гиперплазии предстательной железы (ДГПЖ) простаты является биполярная трансуретральная резекция предстательной железы (БТУР) [2]. Несмотря на малоинвазивность вмешательства, количество ранних послеоперационных когнитивных осложнений остается высоким у пациентов геронтологического профиля [3]. Тревожно-депрессивные расстройства у пациентов, особенно геронтологического профиля, характеризуются высокой частотой и являются социально значимыми [4]. Современные шкалы и опросники психической функциональности и тревожно-депрессивных расстройств позволяют получить достаточно точную информацию о когнитивной сфере пациента [5]. Психологический фон пациента важен на всех этапах периоперационного периода, поскольку может оказывать влияние на продолжительность и качество восстановительного периода, а также исход лечения [6]. Выбор анестезиологического пособия, методов премедикации и седации у пациентов старших возрастных групп оказывает существенное влияние на когнитивные функции пациентов [7]. В рамках данной работы был выполнен анализ влияния интраоперационной седации при БТУР предстательной железы на когнитивные функции пациента.

Цель исследования — оценить влияние интраоперационного применения пропофола с целью седации на когнитивный статус и уровень депрессивного симптомокомплекса пациентов геронтологического профиля.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проспективное когортное исследование проведено у пациентов урологического профиля отделения хирургии клиники НИИКЭЛ — филиал ИЦиГ СО РАН. Протокол клинического исследования был утвержден локальным этическим комитетом (протокол № 173 от 10.06.2022). В исследование было включено 62 пациента с ДГПЖ

2-3 стадии. Критериями включения в исследование были определены: 1) показатель простатспецифического антигена (ПСА) более 4 нг/мл; 2) диагноз ДГПЖ, основанный на биопсии предстательной железы; 3) пациенты старше 74 лет; 4) БТУР с использованием регионарной анестезии, анестезиологический риск II-III по ASA (American Society of Anesthesiologists). Критериями исключения из исследования являлись: 1) психические заболевания, деменция (по шкале МоСа меньше 22 баллов); 2) заболевания ЦНС с неврологическим дефицитом; 3) методы общей анестезии; 4) любая причина, не позволяющая пациенту заполнять оценочные шкалы.

Пациенты были распределены на две группы с учетом применения интраоперационной седации и согласия/несогласия пациента на сохранение сознания в интраоперационном периоде. Первая группа ($n = 31$): спинальная анестезия (СА), ропивакаин для спинальной анестезии интратекально — 15 мг, без применения седации (сохраненное сознание). Вторая группа ($n = 31$): спинальная анестезия (СА), ропивакаин для спинальной анестезии интратекально — 15 мг, периоперационный период с седацией пропофолом в дозе 0,8-1,6 мг/мин. Оценка уровня седации проводилась по шкале седации Ramsey, непрерывный контроль осуществлялся с помощью аппарата оценки глубины анестезии — BIS-мониторинга. Оценка когнитивного статуса осуществлялась с использованием краткой шкалы оценки психического статуса — MMSE-теста (как более краткого метода и поэтому более удобного для пациента в периоперационном периоде) и шкалы депрессии Гамильтона при поступлении в стационар и через 1 и 2 суток после проведенной операции методом клинического интервью.

MMSE-тест имеет следующие оценочные результаты:

- 29-30 баллов — нет нарушений;
- 28 баллов — легкие когнитивные нарушения;
- 25-27 баллов — умеренные когнитивные нарушения;
- 20-24 балла — легкая деменция;

- 10-19 баллов — умеренная деменция;
- менее 10 баллов — тяжелая деменция.

У шкалы депрессии Гамильтона следующие оценочные результаты:

- 0-7 баллов — нормальное состояние;
- 8-13 баллов — легкое депрессивное состояние;
- 14-18 баллов — депрессивное расстройство средней степени тяжести;
- 19-22 баллов — депрессивное расстройство тяжелой степени тяжести;
- более 23 баллов — депрессивное расстройство крайне тяжелой степени тяжести.

Результаты исследования обработаны с помощью пакета Statistica Version 7.0. Нормальность распределения количественных показателей проводилась с применением критерия Шапиро-Уилка. Для нормально распределенных выборок вычисляли характеристики: среднюю арифметическую величину (M), стандартную ошибку средней арифметической (m), в этом случае данные представлены в виде среднего значения и стандартной ошибки средней ($M \pm m$). Для сравнения с исходным уровнем при соответствии нормальному закону распределения использовался парный критерий Стьюдента, в случае отсутствия согласия с нормальным законом — критерий Вилкоксона. Различия считались статистически значимыми при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Средний возраст группы без седации — $76,4 \pm 2,3$ года, группы с седацией — $77,5 \pm 2,6$ года. Объем резецированной железы был $73,2 \pm 4,2$ см² в группе пациентов без седации, а в группе пациентов с седацией — $76,5 \pm 5,7$ см². Продолжительность операции в группе без седации составила 50 ± 5 мин, в группе с седацией — 52 ± 6 мин. Объем интраоперационной кровопотери в группе пациентов без седации был 210 ± 25 мл, а в группе с седацией — 218 ± 34 . За счет анальгетического шлейфа регионарной анестезии болевой синдром на вторые

сутки после операции в группах исследования был минимальный и не мог оказать значимого влияния на заполнения шкал данного исследования. Группы исследования достоверно не отличались по указанным выше параметрам и были определены как сопоставимые.

До оперативного лечения данные шкалы психического статуса MMSE-теста в группах исследования не выявили достоверных различий в базовой когнитивной функциональности: в группе без седации — $24,6 \pm 2,5$ балла, в группе с седацией — $25,4 \pm 3,4$ балла ($p > 0,05$). Результаты оценки когнитивных функций до операции расценивались как легкие когнитивные нарушения, что является достаточно частым явлением у людей данной возрастной группы. В послеоперационном периоде когнитивные функции пациентов групп исследования также были оценены с использованием MMSE-теста (табл. 1).

Использование выбранной шкалы позволило быстро получить

данные о когнитивных сферах: внимание, концентрация, исполнительные функции, память, язык, зрительно-конструктивные навыки, абстрактное мышление, счет и концентрация. Первые сутки после операции показали, что использование седации хотя и снизило на 2 балла в среднем результат оценки когнитивных функций пациентов, но достоверной значимости при этом не зарегистрировано ($p > 0,05$). В группе без седации также было снижение результата оценки когнитивных функций, но на 1 балл, при этом $p > 0,05$. На вторые сутки после операции отмечено увеличение балльной оценки практически до исходных значений, без достоверных различий между группами исследования ($p > 0,05$). Таким образом, предложенная седация пропофолом под контролем BIS-мониторинга достоверно не отразилась на когнитивных функциях пациентов данного исследования.

До оперативного лечения данные шкалы депрессии Гамильтона в

группах исследования не выявили достоверные различия ($p > 0,05$): пациенты группы без седации оценивались на $8,5 \pm 1,3$ балла, а пациенты группы с седацией — на $8,6 \pm 1,4$ (табл. 2). Полученные результаты показывают, что больше 50 % пациентов групп исследования находились в состоянии легкого депрессивного расстройства. Депрессивный симптомокомплекс у пациентов в группах исследования формировался за счет отмеченных баллов следующих пунктов шкалы депрессии Гамильтона: расстройства сексуальной сферы (87 % пациентов исследования), ранняя бессонница (81 %), средняя бессонница (77 %), работоспособность и активность (77 %), тревога психическая (74 %), тревога соматическая (52 %), поздняя бессонница (32 %), пониженное настроение (32 %).

На вторые сутки после операции результаты по шкале депрессии Гамильтона в группе без седации не показали достоверного отличия с дооперационными данными

Таблица 1
Когнитивные функции пациентов по данным шкалы MMSE-теста ($M \pm m$)
Table 1
Cognitive functions of patients according to the MMSE test scale ($M \pm m$)

Группы исследования Study groups	До операции MMSE-тест Before surgery MMSE-test	1-е сутки после операции MMSE-тест 1 st day after surgery MMSE-test	2-е сутки после операции MMSE-тест 2 nd day after surgery MMSE-test
Группа без седации Group without sedation	24.6 ± 2.5	23.5 ± 2.4	24.4 ± 2.5
Группа с седацией Group with sedation	25.4 ± 3.4	23.4 ± 2.5	24.6 ± 2.6

Таблица 2
Оценка состояния пациентов по данным шкалы депрессии Гамильтона ($M \pm m$)
Table 2
Assessment of the state of patients according to the Hamilton Depression Scale ($M \pm m$)

Группы исследования Study groups	До операции Before surgery	2-е сутки после операции 2 nd day after surgery
Группа без седации Group without sedation	8.5 ± 1.3	8.4 ± 1.2
Группа с седацией Group with sedation	8.6 ± 1.4	7.2 ± 1.1 */**

Примечание: * – достоверная значимость между показателями группы с седацией до и после операции ($p < 0.05$),

** – достоверная значимость между показателями группы без седации и группы с седацией ($p < 0.05$).

Note: * – significant significance between the indices of the group with sedation before and after the operation ($p < 0.05$),

** – significant significance between the indices of the group without sedation and the group with sedation ($p < 0.05$).

($p > 0,05$). Пациенты группы с седацией показали результаты, отличающиеся от группы без седации. Отмечалось достоверное уменьшение балльной оценки от исходной на вторые сутки после операции с $8,6 \pm 1,4$ до $7,2 \pm 1,1$ ($p < 0,05$). Анализ структуры депрессивного симптомокомплекса пациентов группы с седацией показал, что снижение балльной оценки произошло за счет трех пунктов шкалы депрессии Гамильтона: средняя бессонница (58 % пациентов), работоспособность и активность (55 %), тревога психическая (55 %). По 10 пунктам шкалы депрессии Гамильтона балльная оценка не изменялась, по 4 (ранняя бессонница, поздняя бессонница, пониженное настроение, тревога соматическая) в единичных случаях было зафиксировано отличие. Эффект «присутствия» пациента во время операции в результате интраоперационной седации пропофолом был исключен, и это сказалось в первую очередь на тех пунктах шкалы депрессии, которые связаны с ре-

жимом сна и бодрствования, тревожности и последующей активности. Важным моментом являлось то, что осуществлялся рекомендованный режим седации по шкале Ramsey на 3-4 балла. Достижение такого уровня седации и поддержание на весь интраоперационный период возможно в условиях BIS-мониторинга на уровне 83-86 %. Результаты шкалы депрессии Гамильтона в группах исследования на вторые сутки после операции показали значимое различие между собой: $7,2 \pm 1,1$ балла в группе с седацией и $8,4 \pm 1,2$ балла в группе без седации ($p < 0,05$). Эффект «присутствия» пациента во время операции «поддержал» имеющиеся тревожно-депрессивные проявления у пациентов без интраоперационной седации в отличие от пациентов с седацией. Балльная оценка трех пунктов шкалы депрессии Гамильтона, которые значимо улучшились в группе пациентов с седацией, не претерпела существенных изменений в группе пациентов без седации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование седации пропофолом в интраоперационном периоде у пациентов геронтологического возраста с БТУР с применением регионарной анестезии оказывает благоприятный эффект на когнитивный статус и снижает выраженность депрессивного симптомокомплекса по данным шкалы психического статуса MMSE-теста и шкалы депрессии Гамильтона. Контроль инфузии пропофола в интраоперационном периоде с помощью BIS-мониторинга на уровне 83-86 % позволяет обеспечивать уровень седации по шкале Ramsey на 3-4 балла, что является наиболее оптимальным и безопасным для геронтологического пациента.

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. Working Group on Aging. Geneva: United Nations Economic Commission for Europe; 2019 (<https://www.unece.org/population/wga.html>, accessed November 2019). Russian (Рабочая группа по проблемам старения. Женева: Европейская экономическая комиссия Организации Объединенных Наций; 2019 г. (<https://www.unece.org/population/wga.html>, по состоянию на ноябрь 2019 г.)
2. Miernik A, Gratzke C. Current treatment for benign prostatic hyperplasia *Dtsch. Arztebl. Int.* 2020; 117 (49): 843-854.
3. Zabolotskikh IB, Gorobets YeS, Grigor'yev YV, Kozlov IA, Kotovskaya YV, Lebedinskiy KM, et al. Perioperative management of elderly and senile patients. *Anesthesiology and Resuscitation.* 2018; (1): 5-20. Russian (Заболотских И.Б., Горобец Е.С., Григорьев Е.В., Козлов И.А., Котовская Ю.В., Лебединский К.М. и др. Периоперационное ведение пациентов пожилого и старческого возраста //Анестезиология и реаниматология. 2018. №1. С. 5-20.)
4. Depression and other common mental disorders. Global Health Estimates. World Health Organization. Switzerland, 2017. <http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/254610/1/WHO-MSD-MER-2017-2-eng>
5. Ivanets NN, Kinkul'kina MA, Avdeyeva TI, Izyumina TA, Studying the possibilities of using standardized scales of self-assessment of anxiety and depression in the examination of elderly patients: scales-questionnaires of depression. *Journal of Neurology and Psychiatry. S.S. Korsakov.* 2016; 116(10): 51-59. Russian (Иванец Н.Н., Кинкулькина М.А., Авдеева Т.И., Изюмина Т.А. Изучение возможностей применения стандартизированных шкал самооценки тревоги и депрессии при обследовании больных пожилого возраста: шкалы-опросники депрессии //Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2016. №116(10). С. 51-59.)
6. Klinkova AS, Kamenskaya OV, Loginova IV, Porotnikova SS, Lomivorotov VN, Chernyavskiy AM, et al. Peculiarities of psychoemotional status in patients with chronic thromboembolic pulmonary hypertension after cardiac surgery during the COVID-19 pandemic. *Journal of Neurology and Psychiatry. S.S. Korsakov.* 2022; 122(8): 80-87. Russian (Клинова А.С., Каменская О.В., Логинова И.Ю., Поротникова С.С., Ломиворотов В.Н., Чернявский А.М. и др. Особенности психоэмоционального статуса у пациентов с хронической тромбоэмболической легочной гипертензией после кардиохирургического вмешательства в период пандемии COVID-19 //Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2022. № 122(8). С. 80-87.)
7. Khabarov DV, Demura AYU, Kochetkova MV, Smagin AA, Syutkina IP, Bulychyev PV. Optimization of medical preparation of elderly and senile patients under the control of cognitive status in large joint arthroplasty. *Polytrauma.* 2022; (3): 16-20. Russian (Хабаров Д.В., Демура А.Ю., Кочеткова М.В., Смагин А.А., Сюткина И.П., Булычев П.В. Оптимизация медикаментозной подготовки пациентов пожилого и старческого возраста под контролем когнитивного статуса при эндопротезировании крупных суставов //Политравма. 2022. № 3. С. 16-20.)

Сведения об авторах:

Кочеткова М.В., к.м.н., научный сотрудник лаборатории оперативной хирургии и лимфодетоксикации, врач-анестезиолог-реаниматолог, НИИКЭЛ – филиал ИЦиГ СО РАН, г. Новосибирск, Россия.

Хабаров Д.В., д.м.н., ведущий научный сотрудник лаборатории оперативной хирургии и лимфодетоксикации, заведующий отделением анестезиологии и реанимации, НИИКЭЛ – филиал ИЦиГ СО РАН; профессор зеркальной кафедры анестезиологии и реаниматологии, Новосибирский государственный университет, Институт медицины и психологии В. Зельмана. г. Новосибирск, Россия.

Солуянов М.Ю., научный сотрудник лаборатории оперативной хирургии и лимфодетоксикации, врач-уролог, НИИКЭЛ – филиал ИЦиГ СО РАН, г. Новосибирск, Россия.

Смагин А.А., д.м.н., профессор, ведущий научный сотрудник лаборатории оперативной хирургии и лимфодетоксикации, врач-анестезиолог-реаниматолог, НИИКЭЛ – филиал ИЦиГ СО РАН, г. Новосибирск, Россия.

Сюткина И.П., к.м.н., научный сотрудник лаборатории оперативной хирургии и лимфодетоксикации, врач-анестезиолог-реаниматолог, НИИКЭЛ – филиал ИЦиГ СО РАН, г. Новосибирск, Россия.

Демур А.Ю., младший научный сотрудник лаборатории оперативной хирургии и лимфодетоксикации, врач-анестезиолог-реаниматолог, НИИКЭЛ – филиал ИЦиГ СО РАН, г. Новосибирск, Россия.

Миронов Д.В., младший научный сотрудник лаборатории оперативной хирургии и лимфодетоксикации, врач-анестезиолог-реаниматолог, НИИКЭЛ – филиал ИЦиГ СО РАН, г. Новосибирск, Россия.

Адрес для переписки:

Солуянов Михаил Юрьевич, ул. Тимакова, 2, г. Новосибирск, Россия, 630017

Тел: +7 (913) 952-65-29

E-mail: msoluyanov@mail.ru

Статья поступила в редакцию: 27.12.2022

Рецензирование пройдено: 20.01.2023

Подписано в печать: 01.03.2023

Information about authors:

Kochetkova M.V., candidate of medical sciences, researcher, laboratory of operative surgery and lymphatic detoxification, anesthesiologist-resuscitator, Research Institute of Clinical and Experimental Lymphology – Branch of Institute of Cytology and Genetics, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia.

Khabarov D.V., MD, PhD, leading researcher, chief of anesthesiology and intensive care unit, Research Institute of Clinical and Experimental Lymphology – Branch of Institute of Cytology and Genetics, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences; professor of mirror department of anesthesiology and resuscitation, Novosibirsk State University, Zelman Institute for Medicine and Psychology, Novosibirsk, Russia.

Soluyanov M.Yu., researcher, laboratory of operative surgery and lymphatic detoxification, urologist, Research Institute of Clinical and Experimental Lymphology – Branch of Institute of Cytology and Genetics, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia.

Smagin A.A., MD, PhD, professor, leading researcher, laboratory of operative surgery and lymphatic detoxification, intensivist, Research Institute of Clinical and Experimental Lymphology – Branch of Institute of Cytology and Genetics, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia.

Syutkina I.P., candidate of medical sciences, researcher, laboratory of operative surgery and lymphatic detoxification, intensivist, Research Institute of Clinical and Experimental Lymphology – Branch of Institute of Cytology and Genetics, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia.

Demura A.Yu., junior researcher, laboratory of operative surgery and lymphatic detoxification, intensivist, Research Institute of Clinical and Experimental Lymphology – Branch of Institute of Cytology and Genetics, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia.

Mironov D.V., junior researcher, laboratory of operative surgery and lymphatic detoxification, intensivist, Research Institute of Clinical and Experimental Lymphology – Branch of Institute of Cytology and Genetics, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia.

Address for correspondence:

Soluyanov Mikhail Yurievich, Timakova St., 2, Novosibirsk, Russia, 630017

Tel: +7 (913) 952-65-29

E-mail: msoluyanov@mail.ru

Received: 27.12.2022

Review completed: 20.01.2023

Passed for printing: 01.03.2023



ОСОБЕННОСТИ ДИАГНОСТИКИ И ЛЕЧЕНИЯ ПОВРЕЖДЕНИЙ ПАРЕНХИМАТОЗНЫХ ОРГАНОВ ЖИВОТА ПРИ ПОЛИТРАВМЕ

FEATURES OF DIAGNOSTICS AND TREATMENT OF INJURIES TO PARENCHYMATOUS ABDOMINAL ORGANS IN POLYTRAUMA

Роткин Е.А. Rotkin E.A.
Агаларян А.Х. Agalaryan A.Kh.
Агаджанян В.В. Agadzhanyan V.V.

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

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

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

Novosibirsk Research Institute of Traumatology
and Orthopedics named after Ya.L. Tsivyan,
Novosibirsk, Russia

В данной статье предоставлен ретроспективный анализ лечения пострадавших с политравмой в период с 2000 по 2020 г. Проанализированы проблемы современной сочетанной травмы с повреждением паренхиматозных органов, рассмотрены способы их решения.

Цель — на основании ретроспективного анализа оценить эффективность применения диагностической видеолaparоскопии у пациентов с повреждением паренхиматозных органов при политравме.

Материалы и методы. В данном исследовании участвовали 2189 пострадавших с политравмой, поступившие в ГБУЗ ККЦОЗШ за указанный период. Из этого числа у 384 пациентов выявлено повреждение паренхиматозных органов с внутрибрюшным кровотечением.

Результаты. Оценена возможность применения видеолaparоскопии у тяжелых пациентов с политравмой для диагностирования абдоминальной травмы. 68 (17,7 %) пострадавшим остановку внутрибрюшного кровотечения произвели эндоскопическими методами, у 29 (7,5 %) пациентов без признаков продолжающегося кровотечения произведена санация брюшной полости и динамическое наблюдение. У 111 (29 %) пострадавших была применена методика «damage control».

Заключение. Диагностическая видеолaparоскопия позволила в ранние сроки выявить повреждения паренхиматозных органов у 384 (18,6 %) пациентов, снизить количество «нерациональных» лапаротомий до 7,5 % и в совокупности с проводимыми хирургическими манипуляциями снизить летальность до 21,2 % у пациентов с повреждением паренхиматозных органов при политравме.

Ключевые слова: политравма; повреждение паренхиматозных органов; внутрибрюшное кровотечение; диагностическая видеолaparоскопия.

This article provides a retrospective analysis of the treatment of patients with polytrauma in the period from 2000 to 2020. The problems of modern concomitant injury with damage to parenchymal organs are analyzed, and ways to solve them are considered.

Objective – based on a retrospective analysis, to evaluate the effectiveness of the use of diagnostic videolaparoscopy in patients with damage to parenchymal organs in polytrauma.

Materials and methods. This retrospective study included 2,189 patients with polytrauma admitted to the clinical center within this period. Among them, 384 patients had damage to parenchymal organs with intra-abdominal bleeding.

Results. The possibility of using videolaparoscopy in severe patients with polytrauma for diagnosing abdominal trauma was evaluated. In 68 (17.7 %) patients, intra-abdominal bleeding was stopped by endoscopic methods. In 29 (7.5 %) patients without signs of ongoing bleeding, the abdominal cavity was sanitized and dynamically monitored. Damage control concept was used for 111 (29 %) patients.

Conclusion. Diagnostic videolaparoscopy made it possible to detect damage to parenchymal organs in 384 (18.6 %) patients at an early stage, reduce the number of "irrational" laparotomies to 7.5 %, and, in combination with ongoing surgical procedures, reduce mortality to 21.2 % in patients with damage to parenchymal organs with polytrauma.

Key words: polytrauma; damage to parenchymal organs; intra-abdominal bleeding; diagnostic videolaparoscopy.

Абдоминальная травма — это нарушение анатомической целостности или функционального состояния тканей или органов брюшной полости, вызванное внешним воздействием. В мирное время она составляет 36,4 % от всего числа травм. Самой частой причиной повреждения внутренних

органов являются автодорожные происшествия, падения с высоты и возросший уровень криминализации в обществе [1, 2]. Из всего числа травм закрытая травма живота в структуре политравмы составляет от 1,5 до 18 % [2, 3]. Особенностью подобных травм является сочетанность с другими анатомическими

областями и тяжестью повреждений внутренних органов, что приводит к летальности от 25 до 65 % [4]. При сочетании черепно-мозговой и абдоминальной травмы тяжесть состояния может быть обусловлена повреждениями как головного мозга, так и паренхиматозных органов. Диагностика в



Для цитирования: Роткин Е.А., Агаларян А.Х., Агаджанян В.В. ОСОБЕННОСТИ ДИАГНОСТИКИ И ЛЕЧЕНИЯ ПОВРЕЖДЕНИЙ ПАРЕНХИМАТОЗНЫХ ОРГАНОВ ЖИВОТА ПРИ ПОЛИТРАВМЕ // ПОЛИТРАВМА / POLYTRAUMA. 2023. № 1, с. 29-33.

Режим доступа: <http://poly-trauma.ru/index.php/pt/article/view/451>

DOI: 10.24412/1819-1495-2023-1-29-33

подобных состояниях значительно затруднительна и, по мнению ряда авторов, в 39 % случаев приводит к тактическим ошибкам [3-5].

При травме живота повреждение паренхиматозных органов с внутрибрюшным кровотечением занимает второе место среди всех травм органов брюшной полости, что, в свою очередь, влечет за собой нарушения гомеостаза и расстройство жизненно важных функций. Анатомо-физиологические особенности паренхиматозных органов, такие как величина и масса, прилегание к позвоночнику и ребрам, недостаточная подвижность, полнокровие органа и недостаточно плотная капсула, predisполагают к их повреждению [1, 6].

Так, для диагностики повреждений паренхиматозных органов был разработан и внедрен протокол FAST-диагностики — это оценка наличия или отсутствия свободной жидкости в брюшной полости при проведении УЗИ и МСКТ. Шоковый индекс Альговера и формула Мооре применяются для оценки интенсивности и объема кровопотери. В последнее время специалисты ориентируются на классификацию повреждений паренхиматозных органов (AAST), принятую в Америке в 1994 году [1, 7].

В действительности принятие решения о проведении операции или консервативной терапии основывается на клиническом состоянии пациента и наличии сочетанных повреждений, так как в некоторых случаях тяжесть пострадавшего не дает возможности определить степень тяжести повреждения паренхиматозного органа или объем кровопотери. В подобных ситуациях показано выполнение диагностической видеолaparоскопии с оценкой состояния внутренних органов [1-3].

Основной причиной летальности при травме паренхиматозных органов является внутрибрюшное кровотечение. Острая кровопотеря — часто угрожающее состояние для пострадавшего, поэтому тактика хирурга при подобных ситуациях должна быть направлена на обеспечение эффективного гемостаза. Тактика лечения при повреждениях паренхиматозных органов вклю-

чает первичную хирургическую обработку повреждения и проведение временного или окончательного гемостаза: использование аргонной и электрокоагуляции, применение композитных клеевых материалов, прошивание П-образными швами, подшивание к ране сальника или биологических/синтетических пленок, резекция части органа, тампонирование и гепатопексия [4, 5].

Несмотря на современный уровень возможностей в арсенале у хирурга, нет определенной интраоперационной тактики применения временного или окончательного гемостаза, отсутствуют рекомендации об объеме вмешательств в зависимости от тяжести повреждений, вследствие чего летальные исходы после операций остаются высокими и достигают 15-35 % [1, 3].

Цель — на основании ретроспективного анализа оценить эффективность применения диагностической видеолaparоскопии у пациентов с повреждением паренхиматозных органов при политравме.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование соответствовало этическим стандартам, разработанным на основе Хельсинской 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, и было одобрено локальным этическим комитетом ГБУЗ ККЦОЗШ. Все лица, участвующие в исследовании, дали информационное согласие на участие в исследовании.

В основе работы лежит ретроспективный анализ данных обследования и лечения 2189 пострадавших с политравмой, поступивших в ГБУЗ ККЦОЗШ за период с 2000 по 2020 год. Термин «политравма» нами рассматривался как совокупность двух или более повреждений, одно из которых либо их сочетание несет угрозу для жизни пострадавшего. Проанализированы результаты диагностики и лечения 384 пострадавших с закрытой травмой живота с повреждени-

ями паренхиматозных органов, госпитализированных в клинический центр с политравмой. Критериями для включения пациентов в проводимое исследование было наличие политравмы, отсутствие тяжелой сопутствующей патологии в стадии суб- и декомпенсации, возраст — 18 лет и более. Поводом для исключения из данного исследования было агональное состояние, наличие хронических заболеваний в стадии суб- и декомпенсации, выявленных в процессе обследования, и возраст менее 18 лет.

Для успешного лечения пациентов с политравмой применяли набор диагностических исследований с целью оценки тяжести состояния пострадавшего, выявления доминирующего повреждения, объема кровопотери.

Объем кровопотери определяли с помощью шокового индекса Альговера-Бурри: $ШИ = ЧСС / АДс$ (в норме индекс менее 1) и по формуле Мооре: $KB = ОЦК(н) \times T(н) - ГТ(ф) / ГТ(н)$ (в норме не менее 0,5).

Дополнительно тяжесть состояния пострадавшего с кровотечением оценивали по следующим показателям. В оценке тяжести общего состояния пострадавшего использовали шкалу APACHE II с интерпретацией результатов. Для оценки тяжести травматических повреждений применяли шкалу индекса тяжести травмы ISS, классифицируя травмы на: незначительные (ISS < 9 баллов), умеренные (ISS 9-15 баллов), тяжелые (ISS 16-25 баллов) и крайне тяжелые (ISS > 25 баллов).

При оценке тяжести травм паренхиматозных органов применяли классификацию, принятую американской ассоциацией хирургов и травматологов в 1994 году — American Association for the Surgery of Trauma (AAST). Данная классификация подразделяется на 6 степеней тяжести повреждений паренхиматозных органов в зависимости от вида повреждений. Пациенты с политравмой поступали с повреждениями нескольких анатомических областей, что требовало привлечения специалистов и дополнительных методов обследования.

Для обработки материалов исследования применялись методы вариационной статистики. Весь цифровой материал обработан с использованием показателей базовой статистики, при нормальном распределении количественные переменные описывались среднеарифметическим значением (M), стандартной ошибкой среднего (m).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

За рассмотренный период в клинический центр поступило 2189 пострадавших с политравмой, из их числа абдоминальная травма с повреждением паренхиматозных органов выявлена у 384 пациентов.

При поступлении пострадавшего для определения тактики диагностики и выбора метода лечения мы ориентировались на три важных для нас показателя: наличие травмы нескольких анатомических областей с доминированием какого-либо повреждения, гемодинамические показатели пациента и тяжесть повреждения паренхиматозного органа (интраоперационная оценка).

Среди причин травм чаще встречались дорожно-транспортные происшествия (69,8 %). Из представленной группы пациентов с абдоминальной травмой мужчин было в 2,6 раза больше, чем женщин. Средний возраст пострадавших с повреждением внутренних органов при политравме составил $37,81 \pm 6,41$ года.

Частое сочетание абдоминальной травмы было зафиксировано с черепно-мозговой травмой, травмой конечностей и торакальной травмой. Средняя тяжесть состояния пациентов при поступлении по шкале APACHE III составила $75,3 \pm 12,1$ балла, тяжесть травмы по ISS — в среднем $34,8 \pm 14,7$ балла (табл. 1).

Из 2189 пострадавших с политравмой диагностическая лапароскопия произведена 2058 пациентам, и от момента поступления в стационар до начала операции среднее время составило $6,2 \pm 7,51$ минуты. Как правило, это были пострадавшие с подозрением на внутрибрюшное кровотечение, с нестабильной гемодинамикой, в

бессознательном состоянии. При проведении диагностической видеолaparоскопии у 384 пациентов выявлено повреждение паренхиматозных органов с разной степенью внутрибрюшного кровотечения. Легкая степень кровотечения зафиксирована у 15 % пострадавших, средняя — у 38 % и тяжелая — у 47 % пациентов (табл. 2).

При проведении диагностической лапароскопии выявляли внутрибрюшное кровотечение, определяли объем и интенсивность кровопотери, степень повреждения паренхиматозных органов, повреждения полых органов, наличие забрюшинных гематом. Параллельно решался вопрос о выполнении эндохирurgical манипуляций остановки кровотечения — 68 (17,7 %) случаев, переходе на открытую лапаротомию — 287 (74,8 %) или проведении динамического наблюдения — 29 (7,5 %). У 287 (74,8 %) пострадавших при выполнении диагностической видеолaparоскопии выявлены показания к переходу на лапаротомию. Диагностическая лапаротомия в 23 (6 %) случаях нами производилась при наличии явных признаков повреждения внутренних органов (наличие свободной жидкости по данным УЗИ, МСКТ

брюшной полости, наличие свободного газа в брюшной полости, рана брюшной полости).

Наиболее частой причиной внутрибрюшного кровотечения в нашем исследовании было повреждение селезенки — 121 (31,6 %), как правило, в результате ударов в область реберной дуги слева либо падения на левую половину туловища. К повреждению паренхимы селезенки располагала малая ее подвижность, полнокровие органа и недостаточно прочная капсула. У 32 (26 %) пациентов разрывы селезенки сочетались с повреждениями других органов живота: травмой полых органов, брыжейки кишечника, печени. У 7 (8,5 %) пациентов зафиксирован так называемый «двухмоментный разрыв».

В зависимости от степени повреждения применялся тот или иной метод хирургического лечения: 4 (4,8 %) пациентам с подкапсульной гематомой проводился эндоскопический гемостаз, дренирование, динамическое наблюдение, лапароскопия, коагуляция повреждений капсулы — 8 (9,7 %) пациентам, лапаротомия спленэктомия — 109 (85,5 %).

Второе место по числу повреждений внутренних органов в нашем

Таблица 1
Характеристика пострадавших с повреждением паренхиматозных органов при политравме
Table 1
Characteristics of patients with damage to parenchymal organs in polytrauma

Средний возраст, годы Average age, years	37.81 ± 6.41
Пол: мужчины/женщины, абс. Gender: men/women, abs.	279/105
Тип травмы, абс.(%) / Type of injury, abs. (%): дорожно-транспортная /road traffic injury бытовая / domestic injury производственная / industrial injury	268 (69.8 %) 59 (15.2 %) 57 (14.9 %)
Сочетание анатомических зон, абс.(%): Combination of anatomical zones, abs.(%): живот + голова / abdomen + head живот + грудная клетка / abdomen + chest живот + таз / abdomen + pelvis живот + позвоночник / abdomen + spine живот + конечности / abdomen + extremities	239 (62.3 %) 219 (57.1 %) 146 (37.9 %) 63 (16.3 %) 225 (58.7 %)
Тяжесть травмы: ISS, баллы Injury severity: ISS, points	34.8 ± 14.7
Тяжесть состояния при поступлении: APACHE III, баллы Condition severity at admission: APACHE III, points	75.3 ± 12.1

Таблица 2
Степень тяжести острой кровопотери
Table 2
Severity of acute blood loss

Показатель Value	Легкая Mild	Средняя Average	Тяжелая Severe
АД сист. (мм рт. ст.) AP syst. (mm Hg)	норма normal	выше 90 more than 90	ниже 90 less than 90
Пульс (уд/мин) Pulse (bpm)	до 100 up to 100	до 110 up to 110	выше 110 more than 110
Гемоглобин (г/л) Hemoglobin (g/l)	выше 100 more than 100	80-100	ниже 80 less than 80
ЦВД (см вод. ст.) CVP (cm water column)	5-15	ниже 5 less than 5	ниже 0 less than 0
Дефицит ОЦК (%) CBV deficiency (%)	до 20 up to 20	20-30	выше 30 more than 30
Диурез (мл/мин) Diuresis (ml/min)	1-1,2	ниже 0.5 less than 0.5	ниже 0.2 less than 0.2

исследовании занимает печень — 105 (27,4 %) пострадавших. Травма печени возникала, как правило, от прямого удара в область правого подреберья, противоудара от ребер и позвоночника и сдавления органа. К повреждению паренхимы печени предрасполагала масса органа, большие размеры и расположение в брюшной полости. Чаще всего страдала диафрагмальная поверхность печени (60 %), а также правая доля печени. По характеру повреждения печени варьировали от разрыва капсулы и единичных разрывов паренхимы до размозжений органа.

Окончательный эндоскопический гемостаз при использовании диагностической видеолапароскопии применяли у пострадавших при гемоперитонеуме до 300 мл без признаков продолжающегося внутрибрюшного кровотечения. При ненапряженных подкапсульных гематомах, единичных разрывах капсулы, неглубоких повреждениях паренхимы без продолжающегося кровотечения проводилась пункционная аспирация гематом — в 5 (4,7 %) случаях, коагуляция повреждений — 8 (7,6 %) пациентам, герметизировали раневую поверхность гемостатическими губками и пластинами (тахокомб) 13 (12 %) пациентам.

У 79 (83 %) пострадавших диагностическая лапароскопия с выявленными повреждениями печени заканчивалась переходом на лапа-

ротомию. Как правило, у этих пациентов имелись разрывы печени с продолжающимся внутрибрюшным кровотечением и тяжестью травмы по AAST более 3 степени.

В 36 (34 %) случаях поверхностные и глубокие разрывы печени ушивали П-образными швами из рассасывающего материала. 49 (46,6 %) пациентам с глубокой раной печени прошивали прядь большого сальника в глубине раны. При локальных размозжениях паренхимы печени выполняли атипичную резекцию — в 5 (4,7 %) случаях. При массивных повреждениях печени, в условиях нестабильной гемодинамики производили гепатопексию — 4 (3,8 %), либо тампонируют печень — 6 (5,7 %) пациентам. У 28 (26,7 %) человек хирургические манипуляции на печени заканчивались дренированием желчных путей. Декомпрессию желчных путей применяли, как правило, у пострадавших с глубокими ранами печени, после атипичных резекций и при массивных размозжениях паренхимы печени.

Повреждение почек в нашем исследовании встречалось в 83 (21,7 %) случаях у пострадавших с сочетанной травмой. Такой малый процент повреждений почек по сравнению с другими паренхиматозными органами мы объясняли изолированностью этого органа брюшинной клетчаткой и мышцами. Все эти пациенты имели

множественные повреждения нескольких анатомических областей (4-5).

Как правило, ревизию брюшинного пространства и хирургическое вмешательство на почках выполняли интраабдоминально. При разрывах паренхимы почек без повреждения сосудистой ножки рана ушивалась — у 74 (89 %) пациентов. Если выявлялось размозжение почки либо отрыв от сосудистой ножки, производили нефрэктомия — всего 9 (11 %) случаев.

У 273 (71 %) пациентов лапаротомия заканчивалась послойным ушиванием лапаротомной раны. У 111 (29 %) пострадавших операция заканчивалась наложением временной лапаростомы с последующей программированной релапаротомией по принципу «damage control». Как правило, этот метод использовался у пациентов с повреждениями полых органов, брыжейки и массивным повреждением паренхимы печени по типу размозжения.

Общая летальность у пострадавших с повреждением паренхиматозных органов при политравме составила 21,2 % (81 пациент). Летальность в первые сутки от момента травмы обусловлена тяжестью повреждений органов других анатомических областей и массивной кровопотерей. Причинами летальности в поздних сроках являлись осложнения системного характера.

ВЫВОДЫ

В условиях дефицита времени у пострадавших с политравмой для детальной диагностики абдоминальных повреждений и выбора хирургической тактики лечения наиболее оптимальным является проведение диагностической видеолапароскопии: она позволила в ранние сроки выявить повреждение паренхиматозных органов у 384 (18,6 %) пациентов.

Использование видеолапароскопии как окончательного метода

остановки внутрибрюшного кровотечения и динамического контроля позволило снизить количество «нерациональных» лапаротомий в 3,5 раза из всех пациентов с повреждениями паренхиматозных органов с политравмой.

Применение метода ранней диагностики (видеолапароскопии), проведение хирургических манипуляций, направленных на временную остановку внутрибрюшного кровотечения, с последующим использованием многоэтапных опе-

ративных вмешательств по типу «damage control» позволило снизить летальность у пострадавших с политравмой до 21,2 %.

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. Agalyan AKh. Early diagnosis of abdominal injuries in patients with polytrauma. *Polytrauma*. 2013; (2): 57-60. Russian (Агаларян А.Х. Ранняя диагностика абдоминальных повреждений у пострадавших с политравмой // Политравма. 2013. № 2. С. 57-60.)
2. Kudryavtsev BP, Savvin YuN, Krasnov SA, Poyarkov AM, Voinovsky E A, Efimenko NA, et al. Clinical guidelines for providing medical care to victims with injuries to the abdomen and its organs in emergencies. Moscow: All-Russian Center of Disaster Medicine "Zashchita", 2016. 69-90 p. Russian (Кудрявцев Б.П., Саввин Ю.Н., Краснов С.А., Поляков А.М., Войновский Е.А., Ефименко Н.А. и др. Клинические рекомендации по оказанию медицинской помощи пострадавшим с повреждениями живота и органов брюшной полости в чрезвычайных ситуациях. Москва: ВЦМК «Защита», 2016. С. 69-90.)
3. Agadzhanyan VV. Organization of medical care for multiple and concomitant injury (polytrauma). *Polytrauma*. 2015; (4): 6-18. Russian (Агаджанян В.В. Организация медицинской помощи при множественной и сочетанной травме (политравме) // Политравма. 2015. № 4. С. 6-18.)
4. Balalykin AS, Konavalenko SI, Alimov AN. Algorithm of actions for closed abdominal trauma in patients with severe concomitant trauma. *Endoscopic Surgery*. 2000. (2): 7-8. Russian (Балалыкин А.С., Конваленко С.И., Алимов А.Н. Алгоритм действий при закрытой травме живота у больных с тяжелой сочетанной травмой // Эндоскопическая хирургия. 2000. № 2. С. 7-8.)
5. Levkin OA, Goldovsky BM, Serikov KV. Algorithm for the provision of emergency medical care for polytrauma at the prehospital stage. *Emergency Medicine*. 2014; 4(59): 108-110. Russian (Левкин О.А., Голдовский Б.М., Сериков К.В. Алгоритм оказания экстренной медицинской помощи при политравме на догоспитальном этапе // Медицина неотложных состояний. 2014. № 4(59). С. 108-110.)
6. Timerbulatov VM, Baev DA. Physical methods of hemostasis and dissection in abdominal surgery. *Clinical and Experimental Surgery*. 2012; (6): 30-35. Russian (Тимербулатов В.М., Баев Д.А. Физические методы гемостаза и диссекции в абдоминальной хирургии // Клиническая и экспериментальная хирургия. 2012. № 6. С. 30-35.)
7. Kozar RA, Moore FA, Moore EE, West M, Cocanour CS, Davis J, et al. Western Trauma Association critical decisions in trauma: nonoperative management of adult blunt hepatic trauma. *J Trauma*. 2009; 67(6): 1144-1148. doi: 10.1097/TA.0b013e3181ba361f

Сведения об авторах:

Роткин Е.А., к.м.н., заведующий хирургическим отделением, ГБУЗ «Кузбасский клинический центр охраны здоровья шахтеров имени святой великомученицы Варвары», г. Ленинск-Кузнецкий, Россия.

Агаларян А.Х., д.м.н., главный врач ГБУЗ «Кузбасский клинический центр охраны здоровья шахтеров имени святой великомученицы Варвары», г. Ленинск-Кузнецкий, Россия.

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

Адрес для переписки:

Роткин Евгений Алексеевич, ГБУЗ ККЦОЗШ, ул. 7 Микрорайон, № 9, г. Ленинск-Кузнецкий, Кемеровская область, Россия, 652509
Тел: +7 (384-56) 9-55-05
E-mail: 07-gauz-okcozsh@kuzdrav.ru

Статья поступила в редакцию: 15.02.2023

Рецензирование пройдено: 22.02.2023

Подписано в печать: 01.03.2023

Information about authors:

Rotkin E.A., candidate of medical sciences, chief of surgery unit, Kuzbass Clinical Center of Miners' Health Protection named after The Holy Great Martyr Barbara, Leninsk-Kuznetsky, Russia.

Agalyan A.Kh., MD, PhD, chief physician, Kuzbass Clinical Center of Miners' Health Protection named after The Holy Great Martyr Barbara, Leninsk-Kuznetsky, Russia.

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

Address for correspondence:

Rotkin Evgeny Alekseevich, Kuzbass Clinical Center of Miners' Health Protection named after The Holy Great Martyr Barbara, 7th district, 9, Leninsk-Kuznetsky, Kemerovo region, Russia, 652509
Tel: +7 (384-56) 9-55-05
E-mail: 07-gauz-okcozsh@kuzdrav.ru

Received: 15.02.2023

Review completed: 22.02.2023

Passed for printing: 01.03.2023

ТРАВМАТИЧЕСКИЕ ПОВРЕЖДЕНИЯ ПЕЧЕНИ

TRAUMATIC LIVER INJURY

Подолужный В.И. Podoluzhny V.I.
Радионон И.А. Radionov I.A.
Пельц В.А. Pelz V.A.
Старцев А.Б. Startsev A.B.
Краснов К.А. Krasnov K.A.
Шаталин В.А. Shatalin V.A.

ФГБОУ ВО КеМГМУ Минздрава России, Кемерово State Medical University,
ГАЗЗ ККБСМП им. М.А. Подгорбунского, Podgorbunsky Kuzbass Clinical Hospital of Emergency
Medical Care,
г. Кемерово, Россия Kemerovo, Russia

Целью исследования было выявление динамики поступления травмированных и видов травматических повреждений печени, сроков госпитализации пациентов, диагностической ценности общеклинических и лучевых методов обследования, оценка результатов лечения.

Материалы и методы. Выполнен анализ проведенного лечения у 96 пострадавших за два периода: 2003-2007 и 2013-2022 годы.

Результаты. В динамике увеличивается число пациентов с закрытой и множественной травмой, уменьшается количество открытых ранений. Средние сроки госпитализации после открытой травмы не превышают двух часов, при закрытой травме они больше 30 часов. При открытой травме во время госпитализации анализ крови подтверждает внутреннее кровотечение в 23,8 % случаев, при закрытой травме – в 68,4 %. Жидкость в брюшной полости на УЗИ выявляется соответственно в 70 и 100 % случаев. При закрытой травме тяжелых повреждений печени на 10 % больше в сравнении с открытыми ранениями. Послеоперационной летальности при открытых ранениях печени за последние 10 лет нет, при закрытых травмах она составила 38,1 %.

Заключение. Необходимо дифференцированное лечение в зависимости от тяжести повреждений, обеспечивающее надежную остановку кровотечения.

Ключевые слова: абдоминальная травма; травматические повреждения печени; сочетанная травма; изолированная травма; лечение повреждений печени; послеоперационная летальность.

The objective of the study was to identify the dynamics and types of traumatic liver injuries, the terms of hospitalization of patients, the diagnostic value of general clinical and radiological methods of examination, and the evaluation of treatment results.

Materials and methods. An analysis of the treatment of 96 patients was performed over two periods: 2003-2007 and 2013-2022.

Results. Over time, the number of patients with closed and multiple injuries increases, and the number of open wounds decreases. The average hospital stay after an open injury does not exceed two hours. For a closed injury, this time interval is more than 30 hours. With an open injury, the blood test confirms internal bleeding in 23.8 %, with a closed injury – in 68.4 %. Fluid in the abdominal cavity on ultrasound is detected in 70 and 100 %, respectively. With a closed injury, severe liver damage is 10 % more than with open wounds. There has been no postoperative mortality in open liver injuries over the past 10 years. With closed injuries it was 38.1 %.

Conclusion. Differentiated treatment is necessary depending on the severity of the damage, which ensures a reliable stop of bleeding.

Key words: abdominal injury; traumatic liver injury; concomitant injury; isolated injury; treatment of liver injury; postoperative mortality.

Доминирующей причиной смерти трудоспособного населения является травматизм, конец XX и начало XXI века характеризуются его ростом [1]. При абдоминальной травме повреждение печени в 30-40 % случаев [2-4] отмечается у людей трудоспособного возраста [5]. Пациенты с повреждением органов брюшной полости относятся к наиболее тяжелой категории пострадавших с высокой оперативной активностью [6]. В структуре абдоминальной травмы поврежде-

ния печени занимают ведущие позиции и являются одной из самых сложных патологий в связи с высокой частотой послеоперационных осложнений. Лечение больных с травматическими повреждениями печени остается одной из актуальных проблем современной хирургии.

Цель исследования – выявить основные причины травматических повреждений печени при открытых ранениях и закрытых травмах. Проследить динамику госпитализации и характера повреждений за последние 20 лет. Оценить эффективность применяемых параклинических методов диагностики, анализировать результаты лечения.

заций и характера повреждений за последние 20 лет. Оценить эффективность применяемых параклинических методов диагностики, анализировать результаты лечения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Использовали классификацию повреждений печени по Е. Moore. Провели сравнительный анализ числа оперированных и характера повреждений за два периода: 2003-2007 и 2013-2022 годы. Подробно анализировали истории бо-

Для цитирования: Подолужный В.И., Радионон И.А., Пельц В.А., Старцев А.Б., Краснов К.А., Шаталин В.А. ТРАВМАТИЧЕСКИЕ ПОВРЕЖДЕНИЯ ПЕЧЕНИ //ПОЛИТРАВМА / POLYTRAUMA. 2023. № 1, С. 34-38.

Режим доступа: <http://poly-trauma.ru/index.php/pt/article/view/447>

DOI: 10.24412/1819-1495-2023-1-34-38

лезни 43 пролеченных пациентов с травматическими повреждениями печени за последние 10 лет (2013-2022 гг.). В исследовании использованы методы описательной статистики: объем выборки (n), средняя (M), ошибка среднего (m). Для проверки гипотез о статистической достоверности различий средних значений в независимых выборках использован непараметрический критерий Манна—Уитни. Критический уровень значимости (p) принимался равным 0,05. Статистическая обработка проводилась с использованием пакетов прикладных программ SPSS Statistics. V24.

Исследование соответствовало этическим стандартам, разработанным на основе Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» с поправками 2013 г. и «Правил клинической практики в Российской Федерации», утвержденным приказом Минздрава РФ от 19.06.2003 № 266. На публикацию имеется разрешение комитета по этике и доказательности в медицине ФГБОУ ВО КемГМУ Минздрава России.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Динамика объемов госпитализаций и характера повреждений в разные периоды за двадцать лет представлена в таблице 1. Отмечается тенденция к сокращению общего количества оперированных в год, в основном за счет уменьшения числа открытых (ножевых) ранений, и отчетливое увеличение доли пациентов с закрытой и множественной травмой. Количество повреждений двух и более органов брюшной полости и забрюшинного пространства увеличилось на 48,3 %.

За период с 2013 по 2022 г. в хирургических отделениях № 1 и № 2 КОКБ СМП им. М.А. Подгорбунского оперированы 43 травмированных с повреждением печени, из них мужчин 37 (86 %), женщин – 6 (14 %). Средний возраст мужчин – $34,9 \pm 14,7$ года, женщин – $34,2 \pm 5,9$ года. С открытыми повреждениями было 22 пациента (51,2 %), с закрытыми – 21 (48,8 %). Преобладают

пострадавшие с множественной травмой — 33 человека (76,7 %). При открытых повреждениях они встречаются в 68,1 %, при закрытых — в 85,7 %. При закрытых травмах в 57,1 % случаев причиной является ДТП и в 27,7 % — падение с высоты, при этом в 22,2 % повреждена селезенка. Разрывы брыжейки кишечника, мочевого пузыря, отрыв желчного пузыря отмечены у 11,1 % пациентов, в 5,5 % — разрывы почки, желчных протоков, ветвей воротной вены и печеночной артерии, поджелудочной железы, диафрагмы. Среди поступивших в первые два часа с закрытыми травмами только 57,1 % пострадавших. Анализ тяжести повреждений печени выявил в 28,6 % поверхностные разрывы с кровотечением легкой степени. Глубокие разрывы 2-3 степени отмечены в 9,5 % случаев, множественные разрывы — в 28,6 %. В 28,6 % наблюдений у пациентов было продолжающееся кровотечение. При открытых травмах в 95,5 % причиной были ножевые ранения, в 4,5 % — дорожно-транспортное происшествие. Изолированные повреждения печени отмечены в 31,8 % случаев, множественные — в 68,2 %. Глубокие разрывы 2-3 степени фиксированы у всех пациентов с продолжающимся кровотечением в 27,3 % случаев.

Сроки госпитализации пациентов после травмы с открытыми и закрытыми повреждениями представлены в таблице 2. Сроки госпитализации

пострадавших с закрытой травмой живота после повреждений статистически значимо более поздние в сравнении с открытыми повреждениями ($p = 0,000$). Длительность дооперационного периода значимо не отличается ($p = 0,190$).

Имеются различия и в результатах дооперационных параклинических методов обследования. При УЗИ живота у пострадавших с закрытой травмой ($n = 13$) наблюдались признаки жидкости в брюшной полости (50 мл и больше), которые выявлялись в 100 % случаев. При открытой травме ($n = 13$) жидкость не выявлялась у четверых обследованных. Гемоперитонеум (от 50 до 300 мл) через 1-2 часа после ранения не выявлялся из-за формирования сгустков крови и повышенной пневматизации кишечника. При закрытых повреждениях исследование проводилось в среднем на вторые сутки после травмы. Выявление жидкости у всех обследованных может быть связано с появлением воспалительной реакции брюшины в ответ на контакт с желчью, кровью со сгустками. Томографическое обследование ($n = 5$) и лапароскопия ($n = 3$) при закрытой травме у всех обследованных выявляли патологические изменения в брюшной полости.

При открытой травме с повреждением печени в общем анализе крови во время госпитализации показатели гемоглобина в 85,7 % были в пределах нормы. Сниже-

Таблица 1
Динамика госпитализаций и характера повреждений
Table 1
Dynamics of hospitalizations and nature of injuries

Показатели Values	Группы пролеченных Groups of treated	
	2002-2006 (n = 53)	2013-2022 (n = 43)
Всего оперировано Total number of operated patients	53	43
Среднее число пролеченных в год Average number of treated per year	10,6	4,3
Открытые ранения (всего, %) Openwounds (total, %)	40 (75 %)	22 (51.2 %)
Закрытые ранения (всего, %) Closed wounds (total, %)	13 (25 %)	21 (48.8 %)
Множественная травма (всего, %) Multiple injury (total, %)	13 (25 %)	33 (73.3 %)

Таблица 2
Средние сроки госпитализации после травмы и длительность дооперационного периода при открытых и закрытых травмах
Table 2
Average terms of hospitalization after an injury and duration of the preoperative period at open and closed injuries

Показатели Values	Закрытая травма живота Closed abdominal injury (n = 16)	Открытая травма живота Opened abdominal injury (n = 20)	p
Сроки госпитализации после травмы (часы) Time of hospitalization after injury (hours)	31.0 ± 18.7	1.2 ± 0.2	0.000
Начало операции после госпитализации (часы) Starting surgery after hospitalization (hours)	4.1 ± 2.6	1.6 ± 0.8	0.190

ние ниже нормы выявлено в 14,3 % только при тяжелой кровопотере (более 1500 мл). Содержание эритроцитов в пределах нормы отмечено у 76,2 % пациентов. Снижение ниже нормы наблюдалось у 23,8 % травмированных на фоне внутрибрюшного кровотечения средней и тяжелой степени. При закрытой травме в анализе крови снижение ниже нормы гемоглобина выявлено в 68,4 % случаев, а эритроцитов – в 57,9 %. Более выраженные изменения в анализах крови в сравнении с открытыми ранениями связаны с двумя факторами: большим числом множественных повреждений с гематомами в мягких тканях и забрюшинном пространстве и более поздней госпитализацией. Вместе с тем статистически значимых различий показателей в группах с закрытой и открытой травмой нет (табл. 3). При повреждениях мочевого пузыря в 100 % случаев в анализе мочи выявлялось большое количество свежих эритроцитов.

Тяжесть повреждений печени представлена в таблице 4. Следует отметить, что при закрытой травме повреждений печени 4-5 степени на 10 % больше, чем при открытой.

Мы использовали дифференцированное лечение с индивидуальным подходом. При повреждениях первой или второй, третьей степени тяжести (n = 36) применяли электро- и аргонную коагуляцию, ушивание ран печени, гепатотомию при необходимости с лигированием сосудов. В двух случаях при поверхностных повреждениях осуществили видеолaparоскопический гемостаз. При повреждениях 4-5 степени тяжести (n = 4) проводили резекцию-обработку в объеме от сегмента до гемирезекции. При глубоких ранах с продолжающимся кровотечением использовали турникет на печеночно-двенадцатиперстную связку, гепатотомию, прошивание сосудов и желчных протоков (n = 2). Больным с повреждениями печени тяжелой степени выполняли наружное дренирование желчевыводящих путей – холецистостомию, у больных, которым проводили холецистэктомию, дренировали гепатикохоledох по Холстеду. Пострадавшие с тяжелыми повреждениями печени, продолжающимся кровотечением и неустойчивой гемодинамикой, требующей тампонирующей раны, отсутствовали.

В послеоперационном периоде при выявлении секвестрации ткани печени повторно оперировали трех больных, выполнялась секвестрэктомия. При диагностировании нагноившейся внутрипеченочной гематомы, желчных затеклов у трех пациентов применяли миниинвазивные методы – дренирование под контролем УЗИ. В одном случае при небольшой гематоме печени провели консервативное лечение.

Летальности при открытых ранениях печени нет. При закрытых травмах она составила 38,1 %. Причинами летальных исходов была политравма с геморрагическим шоком и массивные повреждения печени.

Наши данные согласуются с последними публикациями по увеличению числа пострадавших с тупой сочетанной травмой живота в трудоспособном возрасте [3, 5]. Многие авторы придерживаются дифференцированного лечения с индивидуальным подходом [7, 8]. Мы предпочитаем тампонаду раны ее ушивание после гемостаза или использование резекции органа для надежной остановки кровотечения. Подобная тактика согласуется с рядом авторов [9, 10].

Таблица 3
Средние показатели уровня гемоглобина и эритроцитов при госпитализации у пациентов с травматическими повреждениями печени
Table 3
Mean hemoglobin and erythrocyte levels during hospitalization in patients with traumatic liver injuries

Показатели Values	Закрытая травма живота Closed abdominal injury (n = 19)	Открытая травма живота Opened abdominal injury (n = 21)	p
Гемоглобин (г/л) Hemoglobin (g/l)	109.9 ± 19.5	136.1 ± 15.6	0.233
Эритроциты (×10 ¹² /л) Red blood cells (×10 ¹² /l)	3.7 ± 0.64	4.4 ± 0.87	0.320

Таблица 4

Тяжесть повреждений печени при закрытой и открытой травме живота по Е. Мооре

Table 4

The severity of liver damage in closed and open abdominal trauma according to E. Moore

Тяжесть ранений, повреждений Injury severity	Закрытая травма Closed injury (n = 19)	Открытая травма Opened injury (n = 21)
1 степень. Поверхностные разрывы. Ранения 1st degree. Superficial lacerations and wounds	76.0 %	70.3 %
2-3 степень. Раны с глубиной более 3 см Degrees 2-3. Wounds of depth more than 3 cm	9.5 %	25.2 %
4-5 степень повреждений (разрушение паренхимы на 25-50 %, внепеченочные повреждения крупных сосудов, желчных протоков) Degrees 4-5 (destruction of parenchyma by 25-50 %, extrahepatic damage to large vessels and bile ducts)	14.5 %	4.5 %

ВЫВОДЫ

1. В динамике двадцатилетней госпитализации больных с травматическими повреждениями печени увеличивается число пациентов с закрытой и множественной травмой органов брюшной полости и забрюшинного пространства, уменьшается количество открытых ранений.

2. Средние сроки до госпитализации после открытой травмы не превышают двух часов, при закрытой травме они больше 30 часов.

3. При открытой травме во время госпитализации анализ крови подтверждает внутреннее кро-

вотечение в 23,8 %, при закрытой травме — в 68,4 % случаев. Жидкость в брюшной полости на УЗИ выявляется соответственно в 70 и 100 %. При закрытой травме тяжелых повреждений печени на 10 % больше в сравнении с открытыми ранениями. Летальность при открытых ранениях печени за последние 10 лет — 0 %, при закрытых травмах она составила 38,1 %.

4. Современные подходы к хирургическому лечению больных с открытыми и закрытыми повреждениями печени заключаются в индивидуализации вмешательства в зависимости от степени тяжести

травмы. При тяжелых ранениях для надежного гемостаза и при нежизнеспособности участков печени во время первичного вмешательства используются резекционные способы и миниинвазивные технологии под контролем УЗИ в послеоперационном периоде.

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. Ulugmuratov AA, Mavlyanov FSh, Boboev ID, Mamatov SO, Normurodov DK. Diagnosis of closed liver injuries in children. *Pediatric Surgery*. 2020; 24 (S1): 83. Russian (Улугмуратов А.А., Мавлянов Ф.Ш., Бобоев И.Д., Маматов С.О., Нормуродов Д.К. Диагностика закрытых повреждений печени у детей //Детская хирургия. 2020. Т. 24, S1. С. 83.)
2. Khadzhibaev AM, Sultanov PK. Liver damage in combined catatrauma. *Bulletin of Surgical Gastroenterology*. 2016; (3): 74. Russian (Хаджибаев А.М., Султанов П.К. Повреждения печени при сочетанной кататравме //Вестник хирургической гастроэнтерологии. 2016. № 3. С. 74.)
3. Jang Y, Jun H, Ulus Analysis of trauma scoring system for patients with abdominal trauma. *Journal of trauma Emergency Surgery*. 2023; 29(1): 68-72. DOI: 10.14744/tjtes.2022.94475
4. Bhimji SS, Burns B. Penetrating abdominal trauma 2022. Bookshelf ID: NBK459123. PMID: 29083811
5. Demeke Altaye K, Zewdie Tadesse A, Bekele Muleta M, Wagenew Dode W. Assessment of pattern of abdominal injury over a two-year period at St Paul's Hospital Millenium Medical College and AaBET Hospital, Addis Ababa, Ethiopia: a retrospective study. *Emerg Med Int*. 2022; 2022:3036876. doi: 10.1155/2022/3036876
6. Ergashev ON, Goncharov AV, Pryadko AS, Vinogradov YuM. Liver injury in patients with severe concomitant trauma. *Bulletin of Medical*

Internet Conferences. 2011; 1(2): 23-28. Russian (Эргашев О.Н., Гончаров А.В., Прядко А.С., Виноградов Ю.М. Повреждение печени у пострадавших с тяжелой сочетанной травмой //Бюллетень медицинских интернет-конференций. 2011. Т. 1, № 2. С. 23-28.)

7. Matevosyan E, Maak M, Sapko GV, Friss H, Doll D. Blunt abdominal trauma with liver injury - from attempts at selective conservative therapy to liver transplantation. *News of Surgery*. 2012; 20(1): 115-119. Russian (Матевосян Э, Маак М, Сапко Г.В., Фрисс Х., Долль Д. Тупая травма живота с повреждением печени – от попыток селективной консервативной терапии к трансплантации печени //Новости хирургии. 2012. Т. 20, № 1. С. 115-119.)
8. Shchegolev AA, Al Sabunchi OA, Tovmasyan RS, Muradyan TG, Kogan MA, Sheikhov TG. Closed abdominal trauma: tactics of the surgeon in case of damage to the liver and spleen. *Moscow Medicine*. 2016; S1 (12): 211. Russian (Щеголев А.А., Аль Сабунчи О.А., Товмасыан Р.С., Мурадян Т.Г., Коган М.А., Шейхов Т.Г. Закрытая абдоминальная травма: тактика хирурга при повреждениях печени и селезенки //Московская медицина. 2016. № S1(12). С. 211.)
9. Sigua BV. Surgical tactics in thoracoabdominal wounds with liver damage. *Moscow Surgical Journal*. 2014; 5 (39): 29-32. Russian (Сигуа Б.В. Хирургическая тактика при торакоабдоминальных ранениях с повреждением печени //Московский хирургический журнал. 2014. № 5(39). С. 29-32.)
10. Kūçūkaslan H, Tayar S, Oğuz Ş, Topaloglu S, Geze Saatci S, Şenel AC, et al. The role of liver resection in the management of severe blunt liver trauma. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg*. 2022; 29(1): 122-129. doi: 10.14744/tjtes.2021.89678. PMID: 36588513

Сведения об авторах:

Подолужный В.И., д.м.н., профессор, профессор кафедры госпитальной хирургии, ФГБОУ ВО КемГМУ Минздрава России, г. Кемерово, Россия.

Радионон И.А., д.м.н., профессор кафедры госпитальной хирургии, ФГБОУ ВО КемГМУ Минздрава России, г. Кемерово, Россия.

Пельц В.А., к.м.н., заведующий хирургическим отделением № 2, ГАУЗ ККБСМП им. М.А. Подгорбунского, г. Кемерово, Россия.

Старцев А.Б., к.м.н., заведующий хирургическим отделением № 1, ГАУЗ ККБСМП им. М.А. Подгорбунского, г. Кемерово, Россия.

Краснов К.А., к.м.н., заместитель главного врача, ГАУЗ ККБСМП им. М.А. Подгорбунского, г. Кемерово, Россия.

Шаталин В.А., клинический ординатор кафедры госпитальной хирургии, ФГБОУ ВО КемГМУ Минздрава России, г. Кемерово, Россия.

Адрес для переписки:

Подолужный Валерий Иванович, ул. Ворошилова, д. 22а, г. Кемерово, Россия, 650056
E-mail: pvi2011@mail.ru

Статья поступила в редакцию: 30.01.2023

Рецензирование пройдено: 17.02.2023

Подписано в печать: 01.03.2023

Information about authors:

Podoluzhny V.I., MD, PhD, professor, professor of hospital surgery department, Kemerovo State Medical University, Kemerovo, Russia.

Radionov I.A., MD, PhD, professor of hospital surgery department, Kemerovo State Medical University, Kemerovo, Russia.

Pelz V.A., candidate of medical sciences, chief of surgery unit No. 2, Podgorbunsky Kuzbass Clinical Hospital of Emergency Medical Care, Kemerovo, Russia.

Startsev A.B., candidate of medical sciences, chief of surgery unit No. 1, Podgorbunsky Kuzbass Clinical Hospital of Emergency Medical Care, Kemerovo, Russia.

Krasnov K.A., candidate of medical sciences, deputy chief physician, Podgorbunsky Kuzbass Clinical Hospital of Emergency Medical Care, Kemerovo, Russia.

Shatalin V.A., clinical resident of hospital surgery department, Kemerovo State Medical University, Kemerovo, Russia.

Address for correspondence:

Podoluzhny Valery Ivanovich, Voroshilova St., 22a, Kemerovo, Russia, 650056
E-mail: pvi2011@mail.ru

Received: 30.01.2023

Review completed: 17.02.2023

Passed for printing: 01.03.2023

ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ ОГНЕСТРЕЛЬНЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ ОБЛАСТИ ТАЗА И ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА

SURGICAL TREATMENT OF GUN SHOT INJURIES TO THE PELVIC AND HIP JOINT

Боровой И.С. Borovoy I.S.
Герусов М.А. Gerusov M.A.
Агарков А.В. Agarkov A.V.
Лобанов Г.В. Lobanov G.V.

ГОО ВПО Донецкий национальный медицинский университет им. М. Горького,
Республиканский травматологический центр,
г. Донецк, ДНР, Россия

Donetsk National Medical University
named after M. Gorky,
Republican trauma center,
Donetsk, DRP, Russia

Открытые высокоэнергетические огнестрельные переломы костей таза – тяжелое повреждение опорно-двигательного аппарата, требующее агрессивного лечения с применением мультидисциплинарного подхода и знаний топографо-анатомических особенностей ягодичной области.

Цель исследования – улучшить оказание хирургической помощи пациентам с тяжелыми огнестрельными повреждениями области таза и тазобедренного сустава.

Материалы и методы. Проанализированы результаты лечения огнестрельных травм 436 пострадавших с 2014 по 2022 год, доставленных на клиническую базу кафедры травматологии, ортопедии и хирургии экстремальных ситуаций ДонНМУ с минно-взрывной травмой: 362 (93 %) больных, а 74 (17 %) травмированных с пулевой травмой. 72 % пострадавших – раненые мужчины, 28 % – женщины. 62 % травмированных составили мирные жители.

Результаты и обсуждение. 74 пациентам (17 %) оказана помощь в связи с огнестрельными ранениями таза и области тазобедренного сустава. Больные с ранениями ягодичной области, тазобедренного сустава и таза были разделены на группы: 1) с продолжающимся кровотечением и острой массивной кровопотерей – 9 человек (12 %); 2) в состоянии шока без признаков тяжелого кровотечения – 34 пациента (46 %); 3) с сочетанными повреждениями: в 18 % случаев ранения таза сопровождались проникающими ранениями брюшной стенки, в 76 % – повреждением толстого кишечника и в 6 % – повреждением мочевого пузыря; 4) с вне- и внутрибрюшинными повреждениями тазовых органов – 80 больных (18 %); 5) с ранениями мягких тканей ягодичной области (больные направлялись в операционную для ПХО раны) – 53 травмированных (12 %). Летальность составила 13,5 % (10 человек): 4 пациента с повреждением крупных сосудов, 6 – с внутрибрюшным кровотечением. Выполнялся определенный алгоритм действий при сочетанных повреждениях без признаков тяжелого кровотечения.

Выводы. Ургентная стабилизация поврежденного сегмента значительно облегчает уход за пациентом и расширяет хирургические возможности. Полноценное обследование пострадавших позволяет своевременно установить характер повреждений, избежать жизнеугрожающих осложнений и улучшить результаты лечения.

Ключевые слова: минно-взрывная травма; огнестрельные ранения тазобедренного сустава, таза; кровотечения; ягодичная область.

Open high-energy gunshot pelvic fractures are severe injuries to the musculoskeletal system that require aggressive treatment using a multidisciplinary approach and knowledge of the topographic and anatomical features of the gluteal region.

Objective – to improve the provision of surgical care to patients with severe gunshot injuries to the pelvis and hip joint.

Materials and methods. The results of treatment of gunshot injuries of 436 victims from 2014 to 2022, delivered to the department of traumatology, orthopedics and surgery of extreme situations with mine-explosive injury, were analyzed. These are 362 (93 %) patients, and 74 (17 %) injured with a bullet injury. 72 % of the victims are wounded men, 28 % are women. 62 % of the injured were civilians.

Results and Discussion. 74 patients (17 %) were treated for gunshot wounds of the pelvis and hip area. Patients with injuries to the gluteal region, hip joint and pelvis were divided into groups: 1) with ongoing bleeding and acute massive blood loss: 9 people (12 %); 2) in a state of shock without signs of severe bleeding: 34 patients (46 %); 3) with combined injuries: 18 % of pelvic injuries were accompanied by penetrating wounds of the abdominal wall, in 76 % with damage to the large intestine and in 6 % with damage to the bladder; 4) with extra- and intraperitoneal injuries to the pelvic organs – 80 patients (18 %); 5) with wounds of the soft tissues of the gluteal region (patients are sent to the operating room for primary treatment of wounds) – 53 injured (12 %). Mortality was 13.5 % (10 people): 4 patients with damage to large vessels, 6 ones with intra-abdominal bleeding. A certain algorithm of actions was performed in case of combined injuries without signs of severe bleeding.

Conclusion. Urgent stabilization of the damaged segment greatly facilitates patient care and expands surgical options. A full examination of the victims allows you to timely establish the nature of the damage, avoid life-threatening complications and improve the results of treatment.

Key words: mine-explosive injury; gunshot wounds of the hip joint; pelvis; bleeding gluteal region.



Для цитирования: Боровой И.С., Герусов М.А., Агарков А.В., Лобанов Г.В. ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ ОГНЕСТРЕЛЬНЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ ОБЛАСТИ ТАЗА И ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА // ПОЛИТРАВМА / POLYTRAUMA. 2023. № 1, С. 39-44.

Режим доступа: <http://poly-trauma.ru/index.php/pt/article/view/454>

DOI: 10.24412/1819-1495-2023-1-39-44

Открытые высокоэнергетические огнестрельные переломы костей таза — тяжелое повреждение опорно-двигательного аппарата, требующее агрессивного лечения с применением мультидисциплинарного подхода [1-3]. Раннее лечение, направленное на предотвращение кровотечения и сепсиса, имеет принципиальное значение [4].

Огнестрельные ранения тазобедренного сустава составляют 2 % всех ранений конечностей и 4 % ранений нижних конечностей [5]. При включении внесуставных ранений области тазобедренного сустава эти показатели увеличиваются до 9 % и 17 % соответственно [6].

Огнестрельное ранение таза может сопровождаться повреждением различных систем органов. Частым результатом ранений становятся переломы таза, сопровождающиеся повреждениями внутренних структур, таких как органы брюшной полости, мочеполовые органы и крупные кровеносные сосуды. В большинстве случаев сочетанные ранения таза сопровождаются развитием шока. Поскольку эти травмы возникают в разных областях, относящихся к разным медицинским специальностям, в травматологическом центре требуется междисциплинарный подход к оказанию помощи этой тяжелой категории пациентов. Первостепенной задачей врачей на этапе обследования является выявление возможных источников кровотечения и противошоковые мероприятия, а также в зависимости от локализации подтягивание профильных специалистов к устранению кровотечения. Оперативные вмешательства при ранениях области таза, тазобедренного сустава относятся к категории операций высокой сложности, нередко работает бригада хирургов разных специальностей и зачастую обстоятельства требуют принятия нестандартных решений.

При неосложненных огнестрельных и осколочных ранениях таза и тазобедренного сустава ортопедическое вмешательство включает оценку состояния раны и уход за ней, остеосинтез переломов, предотвращение инфекции и остеопороза [4, 7].

Цель исследования — улучшить оказание хирургической помощи пациентам с тяжелыми огнестрельными повреждениями области таза и тазобедренного сустава.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проанализированы результаты лечения огнестрельных травм 436 пострадавших с 2014 по 2022 год, доставленных на клиническую базу кафедры травматологии, ортопедии и ХЭС ДонНМУ с минно-взрывной травмой: 362 (93 %) больных, а 74 (17 %) травмированных с пулевой травмой. 72 % пострадавших — раненые мужчины, 28 % — женщины. 62 % травмированных составили мирные жители.

Все травмированные обследованы клинически по разработанному специально для огнестрельных повреждений протоколу кафедры травматологии, ортопедии и ХЭС ДонНМУ, им выполнена полипозиционная рентгенография поврежденных сегментов. КТ выполнялась на аппарате KT MX 6000 Dual—Philips Health care в программной среде e-Film Workstation для дополнительной визуализации повреждений позвоночника, брюшной полости, таза. МРТ-диагностика выполнялась после КТ крайне редко и в отдаленном периоде ввиду того, что осколки в основном носят магнитный характер и исследование было затруднено, тогда как КТ-исследование позволяло определить точную локализацию инородных тел для навигации при их удалении. Исследования фиксированы в DICOM-формате и оценивались в программных пакетах e-Film Workstation 4.1.0, Corel DRAW® Graphics Suite 2018. Анализ и предварительная подготовка для обработки случаев минно-взрывных повреждений проводились с помощью пакета MS Excel 2007.

Исследование соответствует Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» (2013) и «Правилам клинической практики в Российской Федерации», утвержденным Приказом Минздрава РФ

от 19.06.2003 г. № 266. Все лица, участвующие в исследовании, дали информированное согласие на участие в исследовании.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Пулевые ранения таза и области тазобедренного сустава были у 74 пациентов (17 %). Нахождение в центре города клинической базы кафедры отразилось на показателях скорости доставки пациентов в стационар (табл.).

Тяжесть ранений области таза и тазобедренного сустава определяется частым сочетанным повреждением органов брюшной полости и таза, а при ранении мягких тканей — сопутствующим повреждением сосудов и нервов и развитием гнойных осложнений. Больных с ранениями ягодичной области, тазобедренного сустава и таза разделили на группы:

- 1 группа (сочетанные повреждения тазовой области) — пациенты с продолжающимся кровотечением и острой массивной кровопотерей (показание к экстренной операции) — 115 травмированных (26 %);
- 2 группа — пациенты в состоянии шока без признаков тяжелого кровотечения — 96 больных (22 %);
- 3 группа — пациенты с сочетанными повреждениями (например, ранения ягодичной области в сочетании с проникающими ранениями брюшной полости и торакоабдоминальными ранениями) — 92 травмированных (21 %);
- 4 группа — пациенты с вне- и внутрибрюшинными повреждениями тазовых органов — 80 больных (18 %);
- 5 группа — пациенты с ранениями мягких тканей ягодичной области (больные направляются в операционную для ПХО раны) — 53 травмированных (12 %).

В первой группе пациентов у 9 человек (12 %) диагностированы повреждения крупных сосудов: в 2 случаях была произведена перевязка глубокой артерии бедра, у 3 пациентов — ранение бедренной артерии (в 2 случаях было произведено сшивание, в 1 — шунтирование) и в 4 — ранение ягодичной

артерии (для временной остановки кровотечения была выполнена тугая тампонада раны). В дальнейшем ангиохирургом выполнялась перевязка внутренней подвздошной артерии внебрюшинным доступом по Пирогову в случае исключения проникающего ранения в брюшную полость либо посредством лапаротомии при наличии сопутствующего повреждения органов брюшной полости.

Ко 2-й группе отнесли 34 (46 %) пациента с ранениями таза и тазобедренного сустава без признаков тяжелого кровотечения. Из них 12 (16 %) пациентов имели открытые осколочные переломы таза, причем 4 из них — с нестабильными повреждениями. У 16 человек (22 %) ранения области тазобедренного сустава сопровождались открытыми осколочными переломами головки бедра и вертельной области бедра, и в 8 % (6 человек) случаев отмечались переломы вертлужной впадины. У 13 пострадавших (18 %) ранения таза сочетались с проникающими ранениями брюшной стенки. В 76 % были отмечены повреждения толстого кишечника, которые в 6 % случаев сочетались с повреждением мочевого пузыря. Летальность составила 13,5 % (10 человек). Из них 4 человека с повреждением крупных сосудов, 6 — с внутрибрюшным кровотечением.

При огнестрельной травме нами всегда выполнялся алгоритм действий при сочетанных повреждениях без признаков тяжелого кровотечения:

- нестабильная гемодинамика требует экстренной операции после минимального обследования и предоперационной подготовки. Очередность выполнения операций при сочетанных повреждениях определяется степенью тяжести выявленных повреждений;
- после абдоминальной ревизии при наличии переломов таза и области тазобедренного сустава необходима иммобилизация сегмента аппаратом внешней фиксации (рис. 1);
- ревизия имеющихся ран.

Клинический пример 1

Пациент Г. с диагнозом: «Минно-взрывная травма. Открытый

многооскольчатый чрезвертельный перелом правой бедренной кости со смещением. Нагноившаяся культя в/3 правой голени. Множественные раны, ссадины верхних и нижних конечностей, головы. Инфицированная рана в области передней брюшной стенки. Гематома, инородное тело мошонки». Доставлен через 3 суток с момента получения травмы (рис. 2а, б).

В urgentном порядке было произведено: иммобилизация тазобедренного сустава аппаратом внешней фиксации «таз-бедро», повторная обработка ран передней брюшной стенки и культы (рис. 2с). Через 3 суток культя была сформирована. Пациент обучен ходьбе при помощи костылей, выписан через 14 суток.

Рисунок 1

Конструкционная схема аппарата для фрагментарных повреждений области тазобедренного сустава (Патент Украины № 63828) с векторами репозиционных усилий

Figure 1

Structural diagram of the device for fragmentary injuries to the hip joint (Patent of Ukraine No. 63828) with vectors of repositioning forces

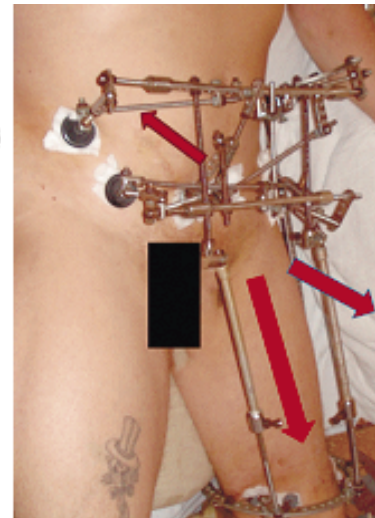
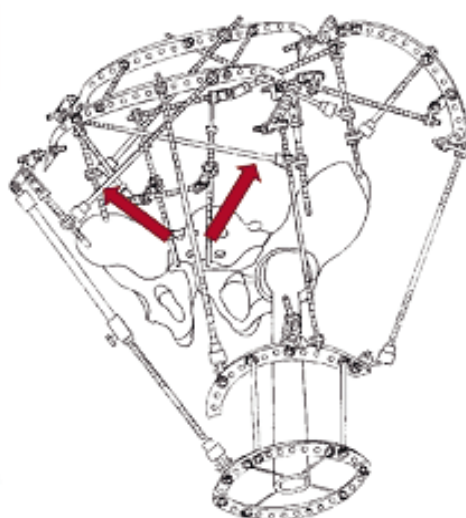


Таблица
Время доставки пострадавших в стационар
Table
Time of delivery of the injured to the hospital

Временной период Time interval	Количество пациентов Number of patients
До 2 часов Up to 2 hours	82 %
От 2 до 4 часов 2-4 hours	11 %
Более 4 часов More than 2-4 hours	7 %

Клинический пример 2

Пациент П. 34 лет с диагнозом: «Минно-взрывная травма. Открытый перелом медиального отдела шейки левой бедренной кости со смещением и наличием инородного тела. Обширная инфицированная рана в/3 левой ягодичной области. Доставлен через 3 часа с момента получения травмы. В urgentном порядке выполнена КТ таза и брюшной полости. Обнаружен огнестрельный перелом медиального отдела шейки бедренной кости с наличием осколка в головке бедренной кости.

В urgentном порядке выполнена первичная хирургическая обработка раны с удалением осколка и отдельно лежащего костного фрагмента и иммобилизация тазобе-

Рисунок 2

Фотоотпечатки с рентгенограммы гемипельвиса в передне-задней проекции пациента Г. до операции (а), рентгенограмма после операции (b), внешний вид пациента с аппаратом внешней фиксации «таз-бедро» (с)

Figure 2
Photographs from the radiograph of hemipelvis in the anterior-posterior projection of patient G. before surgery (a), radiograph after surgery (b), appearance of the patient with the external fixation device "pelvis-femur" (c)

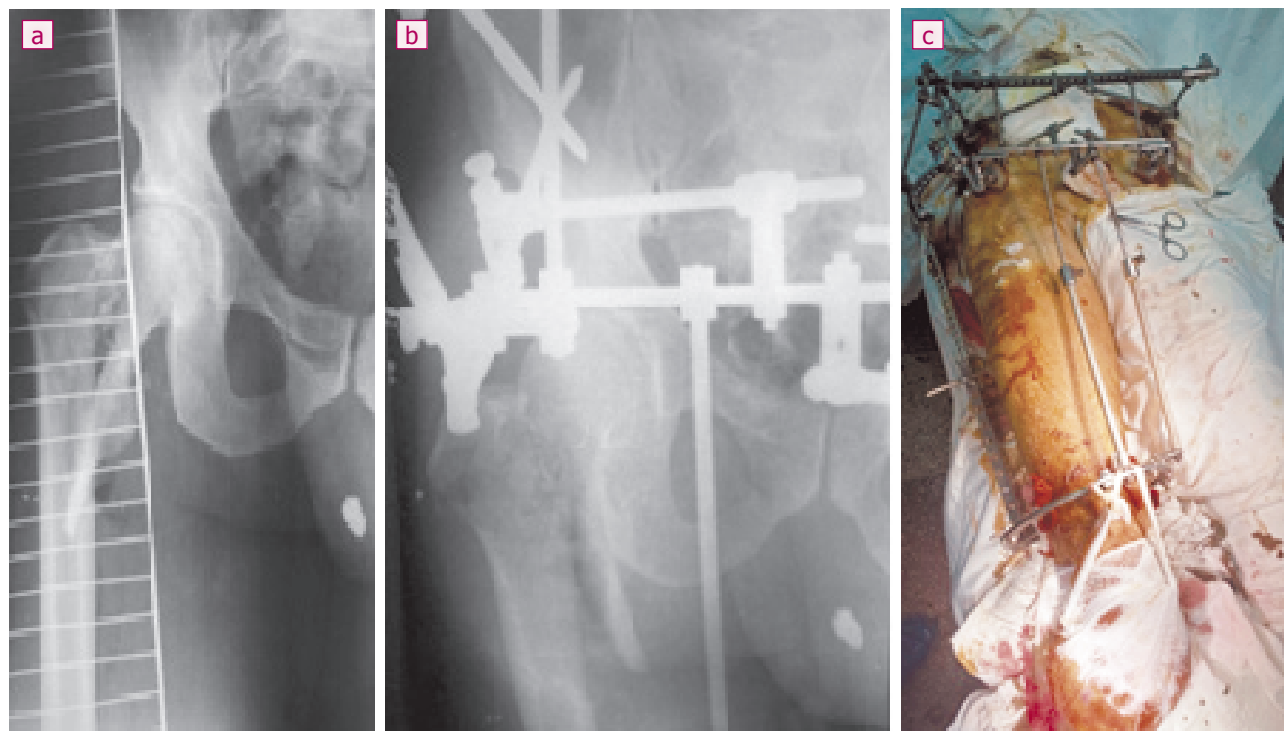
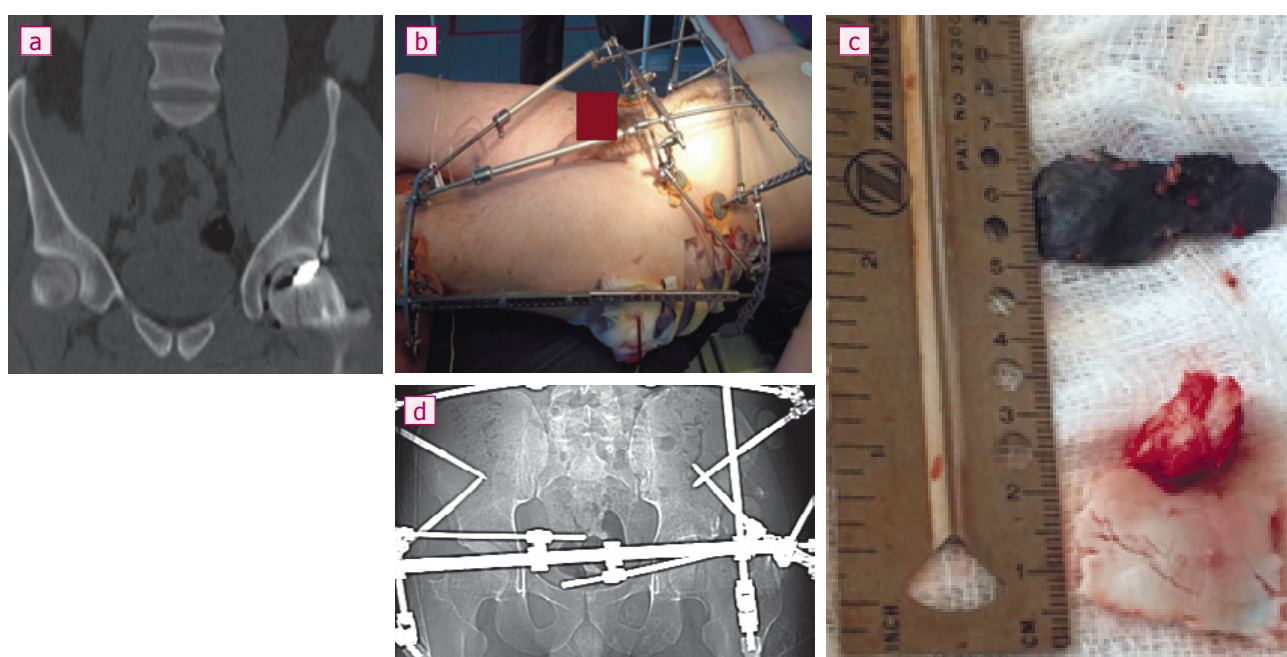


Рисунок 3

КТ таза пациента П.: обзорная топограмма (а), внешний вид пациента с аппаратом внешней фиксации (b), удаленные осколок и костных фрагмент (с). Фотоотпечатки с рентгенограммы таза в передне-задней проекции после операции (d)

Figure 3
CT scan of the pelvis of patient P.: survey topogram (a), appearance of the patient with an external fixator (b), removed fragment and bone fragment (c). Photographs from the radiograph of the pelvis in the anterior-posterior projection after surgery (d)



дренного сустава аппаратом внешней фиксации «таз-бедро» (рис. 3). Пациент обучен ходьбе при помощи костылей. Выписан через 12 суток.

Клинический пример 3

Пациент Б. 31 года с диагнозом: «Минно-взрывная травма. Осколочное ранение правой ягодичной области. Оскольчатый перелом проксимального отдела правой бедренной кости со смещением. Обширная рана бедра и ягодичной области справа». Доставлен через 6 часов в хирургическое отделение.

В urgentном порядке произведена первичная хирургическая обработка раны. Рана была ушита. Уход за пациентом был чрезвычайно затруднен. Через 8 суток развился некроз тканей, рана была открыта (рис. 4). Травматологами выполнена стабилизация тазобедренного сустава АВФ «таз-бедро». Пациент переведен в ожоговое отделение

для последующего пластического закрытия дефекта кожи. Ему была проведена аутодермапластика расщепленным лоскутом (рис. 4е). Пациент был активизирован, обучен ходьбе при помощи костылей. Продолжает находиться на стационарном лечении.

ВЫВОДЫ

Диагностика и лечение ранений области таза и тазобедренного сустава относятся к наиболее сложным проблемам неотложной хирургии и травматологии. Анатомическая сложность этих областей, возможные проникающие ранения с повреждениями внутренних органов брюшной полости, таза, забрюшинного пространства в сочетании с разрушением костных структур могут приводить к развитию травматического шока и летальному исходу.

Ургентная стабилизация поврежденного сегмента помимо очевид-

ного противошокового эффекта в дальнейшем значительно облегчает уход за пациентом и расширяет хирургические возможности.

Во всех случаях подобных повреждений необходима тщательная ревизия ран и нередко применение дополнительных методов обследования (например, КТ и т. п.). Только полноценное обследование пострадавших позволяет своевременно установить характер повреждений, избежать жизнеугрожающих осложнений и улучшить результаты лечения.

Информация о финансировании и конфликте интересов

Исследование не имело спонсорской поддержки.

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

Рисунок 4

Фотоотпечаток с рентгенограммы тазобедренного сустава в передне-задней проекции пациента Б. при поступлении (а); вид раны при поступлении (b); вид раны после первичной обработки (с); вид после стабилизации тазобедренного сустава АВФ «таз-бедро» (d); вид раны через 5 недель после травмы (е)

Figure 4

A photographic print from a radiograph of the hip joint in the anterior-posterior projection of patient B. on admission (a); type of wound on admission (b); type of wound after primary treatment (c); view after stabilization of the hip joint by external fixation by type "pelvis-femur" (d); wound view 5 weeks after injury (e)



ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Al-Dzhamal NZ, Afaunov AI, Blazhenno AN. Treatment of unilateral acetabular fractures complicated by fracture of neck or diaphysis with femoral head dislocation. *Genius of Orthopedics*. 2001; 2: 78-79. Russian (Аль-Джамаль Н.З., Афаунов А.И., Блаженно А.Н. Лечение односторонних переломов вертлужной впадины, осложненных переломом шейки или диафиза с вывихом головки бедра //Гений Ортопедии. 2001. № 2. С. 78-79.)
2. Lobanov GV, Likholeto AN, Borovoy IS. A clinical case of surgical treatment of an unstable fracture of the cervical spine in combination with an unstable rotational fracture of the pelvic bones. *Polytrauma*. 2021; 1: 80-84. Russian (Лобанов Г.В., Лихолетов А.Н., Боровой И.С. Клинический случай хирургического лечения нестабильного перелома шейного отдела позвоночника в сочетании с нестабильно-ротационным переломом костей таза // Политравма. 2021. № 1. С. 80-84.)
3. Traumatology and orthopedics: manual for doctors in 4 volumes. Edited by Kornilov NV. Vol. 4. Saint Petersburg: Hippocrates, 2006. 624 p. Russian (Травматология и ортопедия: руководство для врачей в 4-х т. /под ред. Н.В. Корнилова. Т. 4. Санкт-Петербург: Гиппократ, 2006. 624 с.)
4. Grotz MR, Allami MK, Harwood P, Pape HC, Krettek C, Giannoudis PV. Open pelvic fractures: epidemiology, current concepts of management and outcome. *Injury*. 2005; 36(1): 1-13.
5. Shatokhin VD, Kotelnikov GP, Protsenko ON. Our experience of surgical treatment of combined injuries of the pelvic bones with external fixation devices. *Genius of Orthopedics*. 2001; 2: 59-60. Russian (Шатохин В.Д., Котельников Г.П., Проценко О.Н. Наш опыт оперативного лечения сочетанных повреждений костей таза аппаратами внешней фиксации //Гений Ортопедии. 2001. № 2. С. 59-60.)
6. Miller AN, Carroll EA, Pilson HT-P. Transabdominal gunshot wounds of the hip and pelvis. *J Am Acad Orthop Surg*. 2013; 21: 286-292.
7. Kannus P, Parkkari J, Niemi S, Pasanen M, Palvanen M, Jarvinen M, et al. Prevention of hip fracture in elderly people with use of a hip protector. *N Engl J Med*. 2000; 343(21): 1506-1513.

Сведения об авторах:

Боровой И.С., к.м.н., доцент кафедры травматологии, ортопедии и хирургии экстремальных ситуаций, ГОУ ВПО «Донецкий национальный медицинский университет имени М. Горького», г. Донецк, Россия.

Герусов М.А., соискатель кафедры травматологии, ортопедии и хирургии экстремальных ситуаций, ГОУ ВПО «Донецкий национальный медицинский университет имени М. Горького», г. Донецк, Россия.

Агарков А.В., к.м.н., доцент кафедры травматологии, ортопедии и хирургии экстремальных ситуаций, ГОУ ВПО «Донецкий национальный медицинский университет имени М. Горького», г. Донецк, Россия.

Лобанов Г.В., д.м.н., заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и хирургии экстремальных ситуаций, ГОУ ВПО «Донецкий национальный медицинский университет имени М. Горького», г. Донецк, Россия.

Адрес для переписки:

Боровой Игорь Станиславович, пр. Ильича, 16, г. Донецк, Россия, 283003

Тел: +7 (949) 345-03-20

E-mail: bor77voy@mail.ru

Статья поступила в редакцию: 26.01.2023

Рецензирование пройдено: 09.02.2023

Подписано в печать: 01.03.2023

Information about authors:

Borovoy I.S., candidate of medical sciences, associate professor of department of traumatology, orthopedics and surgery of extreme situations, Donetsk National Medical University named after M. Gorky, Donetsk, Russia.

Gerusov M.A., external PhD student of department of traumatology, orthopedics and surgery of extreme situations, Donetsk National Medical University named after M. Gorky, Donetsk, Russia.

Agarkov A.V., candidate of medical sciences, associate professor of department of traumatology, orthopedics and surgery of extreme situations, Donetsk National Medical University named after M. Gorky, Donetsk, Russia.

Lobanov G.V., MD, PhD, chief of department of traumatology, orthopedics and surgery of extreme situations, Donetsk National Medical University named after M. Gorky, Donetsk, Russia.

Address for correspondence:

Borovoy Igor Stanislavovich, Ilyicha prospect, 16, Donetsk, Russia, 283003

Tel: +7 (949) 345-03-20

E-mail: bor77voy@mail.ru

Received: 26.01.2023

Review completed: 09.02.2023

Passed for printing: 01.03.2023

МАЛОИНВАЗИВНАЯ ФИКСАЦИЯ ПОЗВОНКОВ ПРИ ПЕРЕЛОМАХ ГРУДОПОЯСНИЧНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА У ПАЦИЕНТОВ СТАРШЕЙ ВОЗРАСТНОЙ ГРУППЫ

MINIMALLY INVASIVE FIXATION OF THORACOLUMBAR SPINE FRACTURES IN ADULTS

Макаров С.А. Makarov S.A.
Аганесов А.Г. Aganesov A.G.
Алексян М.М. Aleksanyan M.M.
Микаелян К.П. Mikaelyan K.P.

ФГБНУ «Российский научный центр хирургии
им. акад. Б.В. Петровского»,
г. Москва, Россия

Russian Research Center of Surgery
named after academician B.V. Petrovsky,
Moscow, Russia

Цель исследования – сравнить результаты хирургического лечения неосложненных переломов грудного и поясничного отделов позвоночника типа А по классификации Ассоциации остеосинтеза (АО) с компрессией тела более 50 % у пациентов пожилого и старческого возраста при использовании методик открытой и чрескожной транспедикулярной фиксации.

Материалы и методы. Были выбраны 40 пациентов старше 60 лет с неосложненными изолированными переломами позвонков груднопоясничного отдела типа А. Пациентам основной группы (n = 24) выполнялась малоинвазивная чрескожная транспедикулярная фиксация. В контрольной группе (n = 16) проводили классическую открытую транспедикулярную фиксацию. Результаты оценивались по уровню послеоперационной боли по визуально-аналоговой шкале (ВАШ) от 0 до 10 баллов через 3, 24, 72 часа, 14 дней, 8 недель, 6, 12 и 24 месяца после операции. Дополнительно оценивались время операции, интраоперационная кровопотеря, средний койко-день, срок первой активизации пациента.

Результаты. У пациентов основной группы на протяжении 24 месяцев после операции сохраняется меньший уровень боли, чем у пациентов контрольной группы. Наиболее заметной разница становится через 8 недель после операции, когда пациенты приступают к физическим упражнениям и плаванию в бассейне ($1,5 \pm 0,7$ и $3,1 \pm 1,0$ соответственно; $p = 0,000001$). Также у пациентов основной группы на 55 % сокращается время оперативного вмешательства, на 94,4 % – объем интраоперационной кровопотери, на 3 суток уменьшается средний койко-день, на 38 часов раньше происходит активизация.

Заключение. Оптимальным вариантом оперативного лечения пожилых пациентов при изолированных неосложненных переломах тел позвонков в груднопоясничном отделе типа А по классификации АО является малоинвазивная чрескожная транспедикулярная фиксация. Выбор этой методики позволяет сократить время наркоза, уменьшить объем кровопотери и назначение анальгетиков в послеоперационном периоде, что важно с учетом коморбидности пациентов данной возрастной группы и необходимости приема антикоагулянтов для профилактики тромбоэмболических осложнений.

Objective – to compare the results of surgery of uncomplicated thoracolumbar spine fractures (type A according to the AO classification) with more than 50 % of body compression in elderly and senile patients using open and percutaneous minimally invasive transpedicular fixation.

Materials and methods. 40 patients over 60 years with uncomplicated isolated type A vertebral fractures of the thoracolumbar spine were selected. Patients of the first group (n = 24) underwent minimally invasive percutaneous transpedicular fixation. In the second group (n = 16), patients underwent classical open transpedicular fixation. The results were assessed by the level of postoperative pain according to VAS at 3, 24, 72 hours, 14 days, 8 weeks, 6, 12 and 24 months after surgery. Additionally, the operation time, intraoperative blood loss, average bed-day, and the period of the patient's first activation were assessed.

Results. The patients of the main group for 24 months after the operation retained a lower level of pain than patients of the control group. The most noticeable difference becomes 8 weeks after surgery, when patients begin physical exercise and swimming in the pool (1.5 ± 0.7 and 3.1 ± 1.0 , respectively; $p = 0.000001$). Also, in patients of the main group, the time of surgery is reduced by 55 %, the volume of intraoperative blood loss is reduced by 94.4 %, the average bed-day is reduced by 3 days, activation occurs 38 hours earlier.

Conclusion. The optimal method of surgery of thoracolumbar spine fractures (AO type A) in adults is minimally invasive percutaneous pedicular fixation. The choice of this technique makes it possible to shorten the time of general anesthesia, reduce the volume of blood loss and pain level in the postoperative period. This is important given the comorbidity of patients in this age group and the need to take anticoagulants to prevent thromboembolic complications.



Для цитирования: Макаров С.А., Аганесов А.Г., Алексян М.М., Микаелян К.П. МАЛОИНВАЗИВНАЯ ФИКСАЦИЯ ПОЗВОНКОВ ПРИ ПЕРЕЛОМАХ ГРУДОПОЯСНИЧНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА У ПАЦИЕНТОВ СТАРШЕЙ ВОЗРАСТНОЙ ГРУППЫ //ПОЛИТРАВМА / POLYTRAUMA. 2023. № 1, С. 45-50.

Режим доступа: <http://poly-trauma.ru/index.php/pt/article/view/310>

DOI: 10.24412/1819-1495-2023-1-45-50

Ключевые слова: переломы позвонков; пожилой возраст; транспедикулярная фиксация; послеоперационная боль; малоинвазивная хирургия позвоночника.

Key words: spinal fractures; elderly age; transpedicular fixation; post-operative pain; minimally invasive spine surgery.

Согласно данным ВОЗ, средний возраст жителей нашей планеты неизбежно увеличивается. Так, к 2050 году в России ожидается увеличение количества жителей старше 60 лет на 63,9 % по сравнению с 2010, а во всем мире — на 102,2 % [1]. Согласно данным министерства здравоохранения США за 2014 год, 28 % пациентов, получивших травмы скелета, были пожилого и старческого возраста. Возраст старше 70 лет является предиктором увеличения смертности после низкоэнергетических травм (уровень смертности 4,3 % против 1,2 % у пациентов младших возрастных групп) [2].

Повреждения позвоночника достигают 17,7 % всех повреждений скелета, что составляет ежегодно около 700 000 новых случаев, относящихся к тяжелым видам травм опорно-двигательного аппарата, требующим длительного госпитального и реабилитационного лечения [3]. Наиболее часто переломы происходят в грудопоясничном отделе позвоночника, 2/3 из них локализируются на уровне T11-L2 [4]. Несмотря на частоту подобных переломов, тактика их лечения до сих пор остается спорной [5, 6].

Хирургическое лечение переломов грудопоясничного отдела является общепринятым для пациентов с осложненными, нестабильными переломами или политравмой для более ранней и легкой реабилитации. Тем не менее, общепринятый алгоритм выбора подходящей хирургической техники для пациентов без неврологического дефицита все еще отсутствует, более того, остается спорным выбор между консервативным или хирургическим лечением. [7] При этом главными задачами при лечении неосложненных переломов позвоночника у пациентов пожилого и старческого возраста являются снижение болевого синдрома и, как следствие, более ранняя активизация для профилактики тромбоэмболических осложнений, пролежней, гипостатических пневмоний и пр., желательно без использования дополнительной

ортопедической поддержки в виде корсета и костылей [4, 8].

В последние годы набирают популярность малоинвазивные хирургические методы стабилизации таких переломов [7, 9]. В частности, кифопластика, стентирование, а также чрескожная транспедикулярная фиксация позвонков используются отдельно или в комбинации для улучшения клинического состояния пациента в раннем послеоперационном периоде и для предотвращения возникновения в будущем вторичных осложнений из-за нарушения сагиттального баланса позвоночника [10, 11]. Однако при переломах типа A3 и A2 со снижением высоты тела позвонка в более 50 % случаев применение пункционных методов не показано [12].

Цель работы — сравнить результаты хирургического лечения неосложненных переломов грудного и поясничного отделов позвоночника типа A по классификации АО с компрессией тела более 50 % у пациентов пожилого и старческого возраста при использовании методик открытой и чрескожной транспедикулярной фиксации.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В клинике хирургии позвоночника ФГБНУ «РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского» за период с 2015 по 2019 год были прооперированы 40 пациентов старше 60 лет с неосложненными изолированными переломами позвонков грудопоясничного отдела типа A при наличии показаний для транспедикулярной фиксации (снижение высоты тела позвонка > 50 %, локальный кифоз > 30°, нестабильный характер перелома).

Критерии исключения: патологические переломы, пациенты с сочетанной травмой, множественные переломы, наличие показаний к декомпрессии позвоночного канала, сколиотическая деформация позвоночника более 10°.

Дооперационное обследование включало рентгенографию, компьютерную и магнитно-резонансную томографию поврежденного

отдела позвоночника, установление вида перелома по классификации АО и планирование вида операции.

Исследование соответствует Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» (2013) и «Правилам клинической практики в Российской Федерации», утвержденным Приказом Минздрава РФ от 19.06.2003 г. № 266. Все лица, участвующие в исследовании, дали информированное согласие на участие в исследовании.

Деление пациентов на группы происходило случайным образом. Пациентам основной группы (n = 24) выполнялась малоинвазивная чрескожная транспедикулярная фиксация. В контрольной группе (n = 16) проводили классическую открытую транспедикулярную фиксацию (табл. 1).

Результаты оценивались по уровню послеоперационной боли по визуально-аналоговой шкале боли (ВАШ) от 0 до 10 баллов через 3, 24, 72 часа, 14 дней, 8 недель, 6, 12 и 24 месяца после операции. Уровень боли по ВАШ 0-1 оценивался как отличный результат, 2-3 — хороший, 4-5 — удовлетворительный, 5 и более — неудовлетворительный результат. Дополнительно оценивались время операции, интраоперационная кровопотеря, средний койко-день, срок первой активизации пациента.

Статистические данные исследования представлены в виде среднего значения и стандартного отклонения ($M \pm \sigma$) при нормальном распределении и как медиана Me (10-90 процентилях) при ненормальном распределении. Соответствие распределения нормальному оценивали с помощью критерия Шапиро—Уилка. Обработка результатов выполнена методами вариационной статистики с использованием t-критерия Стьюдента при нормальном распределении исследуемого признака и U-критерия Манна—Уитни, когда распределение отличается от нормального.

Различия считали статистически значимыми при уровне $p < 0,05$.

Средний возраст пациентов составил $70,3 \pm 3,8$ года. Статистически значимых различий по возрасту между основной и контрольной группами ($70,2 \pm 4,0$ и $70,5 \pm 3,6$ года соответственно) выявлено не было ($p > 0,05$).

Средний балл по ВАШ до операции составил $4,8 \pm 1,1$ балла — это боль средней интенсивности.

Операции проводились с использованием стандартных протоколов. Пациентам осуществлялась следующая предоперационная подготовка: вечером накануне операции феназепам 10 мг перорально, за 30 минут до операции мидазолам 5 мг внутримышечно. Индукция анестезии: атропин — 6-10 мкг/кг, пропофол — 0,9 мг/кг; фентанил — 2,3 мкг/кг; дексаметазон — 8 мг. После введения миорелаксанта (цисатракурия бензилат 0,2 мг/кг) перевод на ИВЛ в режиме PCV-PS, дыхательный объем — 10 мл/кг, ЧДД — 8-10 в 1 минуту, следуя показателям капнографа $etCO_2$ — 30-35 мм рт. ст., FiO_2 — 0,5, севофлуран (низкопоточная анестезия — 0,6 л/мин) — 1,5 МАК. Инфузионную терапию во время операции проводили кристаллоидными растворами 5 мл/кг/ч. Поддерживающая доза релаксанта — 0,15 мг/кг (по требованию 40-75 мин), фентанила — 3 мкг/кг/ч; последнее введение за 40 минут до окончания операции. За 15 минут до окончания операции

вводился ондансетрон — 8 мг, метоклопрамид — 10 мг, трамадол — 100 мг, кетопрофен — 100 мг. Выполнялось двустороннее транспедикулярное введение 4 винтов диаметром 6,5 мм в тела позвонков выше и ниже сломанного. В конце операции проводилась инфильтрация раны 0,2%-ным раствором ропивакаина. Все операции проводились под контролем рентгеновской установки с возможностью 3D-моделирования с двумя мониторами и электронно-оптическим преобразователем, что позволило избежать осложнений, связанных с неправильной постановкой винтов.

Пациентам контрольной группы до 48 часов после операции проводилось активное дренирование послеоперационной раны. Анальгезия проводилась медперсоналом 2-3 раза в день. Дополнительная ортопедическая поддержка в виде корсетов не требовалась. Всем пациентам проводилась профилактика тромбоэмболических осложнений в виде эластичной компрессии нижних конечностей и назначения антикоагулянтов до момента выписки из стационара. Двум пациентам из контрольной группы и трем пациентам из основной группы кардиохирургом-аритмологом непосредственно перед операцией был имплантирован временный эндокардиальный биполярный электрод для проведения кардиостимуляции в связи с наличием полной АВ-блокады, АВ-блокады 2 ст., Mobitz II и гемодинамически значимой бра-

дикардией с синкопальными приступами.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В периоперационном периоде в обеих группах осложнений не было. Четверым пациентам из контрольной группы (25 %) проводилась гемотрансфузия эритроцитарной взвеси в связи с развитием постгеморрагической анемии. На контрольных послеоперационных рентгенограммах позвоночника отмечалось корректное положение транспедикулярных винтов в обеих группах в течение всего периода наблюдения пациентов.

В течение первых суток после операции достоверного различия в уровне боли не выявлено: $0,7 \pm 0,2$ балла у пациентов основной группы и $1,2 \pm 0,09$ балла — в контрольной ($p > 0,05$). После активизации отмечается увеличение уровня боли в основной группе до $3,3 \pm 1,0$ балла, в контрольной группе — до $4,3 \pm 1,4$ балла ($p < 0,05$). К моменту выписки из стационара уровень боли в основной группе составил $1,3 \pm 0,8$ балла, в контрольной — $1,8 \pm 0,5$ балла ($p < 0,05$). В раннем послеоперационном периоде пациентам обеих групп разрешалось ходить, сидеть без ограничений. Для профилактики избыточного образования рубцовой ткани в послеоперационной ране в течение 6 недель пациентам ограничивали флекссионные и торсионные движения в позвоночнике. Пациентам через 6 недель после операции разре-

Таблица 1
Характеристика пациентов до операции
Table 1
Characteristics of patients before surgery

		Всего Total		Основная группа Main group		Контрольная группа Control group	
		n	%	n	%	n	%
Пол Gender	M / M	14	35	6	37.5	8	33.3
	Ж / F	26	65	10	62.5	16	66.7
Уровень сломанного позвонка Vertebral fracture level	Th10	2	5	-	-	2	8.3
	Th11	2	5	-	-	2	8.3
	Th12	2	5	-	-	2	8.3
	L1	26	65	12	75	14	58.3
	L2	8	20	4	25	4	16.6
Тип перелома по классификации AO/ASIF Fracture type according to AO/ASIF classification	A1/A2	15	37.5	5	31.3	10	41.7
	A3/A4	25	62.5	11	68.7	14	58.3

шалось приступать к активной реабилитации: плавание в бассейне, ЛФК на укрепление мышц спины и брюшного пресса, и к 8 неделям отмечалось значительное увеличение уровня боли у пациентов контрольной группы до $3,1 \pm 1,0$ балла, тогда как у пациентов основной группы показатели практически не менялись: $1,5 \pm 0,2$ балла ($p < 0,05$). К шестому месяцу уровень боли у пациентов основной группы составил $0,8 \pm 0,7$ балла, контрольной — $1,3 \pm 0,6$ балла ($p < 0,05$) (табл. 2).

У пациентов основной группы на 55 % сокращается время оперативного вмешательства: $98,5 \pm 37,2$ мин в основной, $167,5 \pm 27,9$ мин ($p < 0,05$) в контрольной группе. Объем интраоперационной кровопотери в двух группах составил $63,9 \pm 20,5$ мл и $512,5 \pm 214,1$ мл ($p < 0,05$) соответственно. На 3 суток уменьшается средний койко-день: $4,4 \pm 1,0$ суток — в основной группе, $7,4 \pm 2,4$ суток — в контрольной ($p < 0,05$), на 38 часов раньше происходит активизация: пациенты основной группы активизируются через $21,1 \pm 6,9$ часа, пациенты контрольной — через $59,4 \pm 19,8$ часа ($p < 0,05$) (табл. 3).

ОБСУЖДЕНИЕ

Хирургическое лечение переломов грудного позвонка традиционно выполня-

лось в основном открытым срединным доступом с фиксацией перелома транспедикулярной системой винт-стержень с формированием заднего костного спондилодеза [13]. Чрескожная транспедикулярная фиксация, которая изначально использовалась для лечения дегенеративных заболеваний позвоночника, была внедрена как альтернатива лечению грудного позвонка переломов [14]. Она ассоциируется с меньшей интраоперационной кровопотерей, послеоперационной болью и повреждением паравerteбральных мышц [15]. Однако лучевая экспозиция и затраты на операцию выше [16].

Разница между традиционной открытой и чрескожной минимально инвазивной хирургией при лечении переломов грудного позвонка остается спорной — в метаанализах и систематических обзорах сообщалось о нескольких рандомизированных исследованиях. Так, например, в метаанализе представлены только четыре рандомизированных исследования, демонстрирующих лучшие функциональные и радиологические результаты чрескожного доступа, чем при долгосрочном открытом доступе [9]. При транспедикулярной фиксации не может быть выполнен спондилодез, тем не менее, сходные клинические и рентгено-

логические результаты были получены при использовании спондилодеза и без него [17].

Также сообщалось о меньшей травматичности, меньшем кровотечении, более короткой продолжительности операции, быстром послеоперационном восстановлении, меньшей боли и снижении затрат при транспедикулярной фиксации [18], что схоже с результатами, полученными в нашем исследовании.

Недавно чрескожная задняя фиксация грудного позвонка переломов была внедрена в качестве альтернативы традиционной открытой задней фиксации. Чрескожный доступ продемонстрировал лучшие показатели при анализе клинических и рентгенологических результатов, чем открытый доступ, и даже снизил частоту осложнений [19].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Оптимальным вариантом оперативного лечения пожилых пациентов при изолированных неосложненных переломах тел грудных и поясничных позвонков типа А по классификации АО является малоинвазивная чрескожная транспедикулярная фиксация. Выбор этой методики позволяет сократить время наркоза, уменьшить объем кровопотери и назначение анальгетиков в послеоперационном периоде, что важно с учетом коморбидности

Таблица 2
Оценка уровня боли по ВАШ в послеоперационном периоде
Table 2
Postsurgical pain according to VAS

Время после операции Time after surgery	ВАШ (среднее количество баллов) VAS (meanscore)		
	Основная группа Main group (n = 24)	Контрольная группа Control group (n = 16)	Уровень значимости Significance level, p
3 часа / 3 hours (M ± σ)	0.7 ± 0.2	1.2 ± 0.9	0.09
24 часа / 24 hours (M ± σ)	3.3 ± 1.0*	4.3 ± 1.4	0.01
72 часа / 72 hours (M ± σ)	2.3 ± 0.9*	3.6 ± 0.9	0.00005
14 дней / 14 days (M ± σ)	1.3 ± 0.8*	1.8 ± 0.5	0.03
8 недель / 8 weeks (M ± σ)	1.5 ± 0.7*	3.1 ± 1.0	0.000001
6 месяцев / 6 months (M ± σ)	0.8 ± 0.7*	1.3 ± 0.6	0.02
12 месяцев (Me (10-90 процентиля)) 12 months (Me (10-90 percentile))	0.3 (0-1)	0.5 (0-1)	0.38
24 месяца (Me (10-90 процентиля)) 24 months (Me (10-90 percentile))	0.3(0-1)	0.5 (0-1)	0.27

Примечание: * — статистически значимое отличие от группы контроля, $p < 0,05$.

Note: * — statistically significant difference from the control group, $p < 0.05$.

Таблица 3
Дополнительные периоперационные показатели
Table 3
Additional perioperative indicators

Показатель Value	Основная группа Main group (n = 24)	Контрольная группа Control group (n = 16)	Уровень значимости Significance level, p
Среднее время операции, мин Average surgery time, min (M ± σ)	98.5 ± 37.2*	167.5 ± 27.9	< 0.00001
Средняя кровопотеря, мл Average blood loss, ml (M ± σ)	63.9 ± 20.5*	512.5 ± 214.1	< 0.00001
Средний койко-день, сут. Average bed-day, days (M ± σ)	4.4 ± 1.0*	7.4 ± 2.4	0.000002
Активизация, ч Activation, h (M ± σ)	21.1 ± 6.9*	59.4 ± 19.8	< 0.00001

Примечание: * – статистически значимое отличие от группы контроля, p < 0,05.

Note: * – statistically significant difference from the control group, p < 0.05.

пациентов данной группы и необходимости приема антикоагулянтов для профилактики тромбоэмболических осложнений.

Эти факторы в совокупности с сокращением койко-дня приводят к уменьшению затрат на одного пациента. Отсутствие необходимости установки послеоперационного дренажа и снижение уровня боли вследствие уменьшения

операционной травмы мышц дает возможность более ранней активизации, что уменьшает вероятность возникновения гипостатических осложнений. Мы считаем, что с учетом более низкой комплаентности пациентов старшей возрастной группы при выполнении указаний врача по лечению данных видов переломов консервативно необходимо более активно применять ме-

тодики малоинвазивной фиксации позвонков.

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:

- Kochhar R, Oates R. Attitudes about aging: a global perspective in a rapidly Graying World, Japanese Are Worried, Americans aren't. 2014. p. 68.
- Spaniolas K, Cheng JD, Gestring ML, Sangosanya AS, Nicole A, Banky PE. Ground level falls are associated with significant mortality in elderly patients. *J Trauma -Inj Infect. Crit Care*. 2010; 69(4): 821-824.
- Aganov AG, Kheilo AL, Aleksanyan MM, Makarov SA. Surgical treatment of spine injuries. *Pirogov Russian Journal of Surgery*. 2018; (7): 37-40. Russian (Аганесов А.Г., Хейло А.Л., Алексанян М.М., Макаров С.А. Хирургическое лечение повреждений позвоночника //Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. 2018. № 7. С. 37-40.)
- Defino HLA, Costa HRT, Nunes AA, Barbosa MN, Romero V. Open versus minimally invasive percutaneous surgery for surgical treatment of thoracolumbar spine fractures - a multicenter randomized controlled trial: study protocol. *BMC Musculoskelet Disord*. 2019; 20(1): 1-7.
- Öner F, Wood K, Smith J, Shaffrey C. Therapeutic decision making in thoracolumbar spine trauma. *Spine (Phila. Pa. 1976)*. 2010; 35(21): 235-244.
- Caruso G, Lombardi E, Andreotti M, Lorusso V, Gildone A, Padovani S, et al. Minimally invasive fixation techniques for thoracolumbar fractures: comparison between percutaneous pedicle screw with intermediate screw (PPSIS) and percutaneous pedicle screw with kyphoplasty (PPSK). *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2018; 28(5): 849-858. doi: 10.1007/s00590-018-2122-1
- Scheer JK, Bakhsheshian J, Fakurnejad S, Oh T, Dahdaleh NS, Smith ZA. Evidence-based medicine of traumatic thoracolumbar burst fractures: a systematic review of operative management across 20 years. *Global Spine J*. 2015; 5(1): 73-82. doi: 10.1055/s-0034-1396047
- Slinyakov LYu, Chernyaev AV, Lipina MM, Kalinskiy EB, Simonyan AG. Percutaneous methods of spinal stabilization in elderly and senile patients with associated injuries. *Polytrauma*. 2018; (4): 31-36. Russian (Слиняков Л.Ю. Черняев А.В. Липина М.М. Калинин Е.Б. Симонян А.Г. Перкутанные методики стабилизации //Политравма. 2018. № 4. С. 31-36.)
- Sun XY, Zhang XN, Hai Y. Percutaneous versus traditional and paraspinal posterior open approaches for treatment of thoracolumbar fractures without neurologic deficit: a meta-analysis. *Eur Spine J*. 2017; 26(5): 1418-1431.
- Phan K, Rao PJ, Mobbs RJ. Percutaneous versus open pedicle screw fixation for treatment of thoracolumbar fractures: systematic review and meta-analysis of comparative studies. *Clin Neurol Neurosurg*. 2015; 135: 85-92.
- Zairi F, Court C, Tropiano P, Charles YP, Tonetti J, Fuentes S, et al. Minimally invasive management of thoraco-lumbar fractures: combined percutaneous fixation and balloon kyphoplasty. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2012; 98(6 Suppl): S105-S111. doi: 10.1016/j.otsr.2012.06.004

12. Krylov VV, Grin AA, Lutsyk AA, Parfenov VE, Dulaev AK, Manukovskiy VA. An advisory protocol for treatment of acute complicated and uncomplicated spinal cord injury in adults. Part 3 /Association of neurosurgeons of the Russian Federation. *N.N. Burdenko Journal of Neurosurgery Issues*. 2015; 79(2): 97-110. Russian (Крылов В.В., Гринь А.А., Луцик А.А., Парфенов В.Е., Дулаев А.К., Мануковский В.А. Рекомендательный протокол лечения острой осложненной и неосложненной травмы позвоночника у взрослых. Часть 3 /Ассоциация нейрохирургов РФ //Журнал Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко. 2015. Т. 79, № 2. С. 97-110.)
13. Alvine GF, Swain JM, Asher MA, Burton DC. Treatment of thoracolumbar burst fractures with variable screw placement or Isola instrumentation and arthrodesis: case series and literature review. *J Spinal Disord Tech*. 2004; 17(4): 251-264.
14. Barbagallo GMV, Raudino G, Visocchi M, Alobaid AA, Al-Mutair AA, Naveen T, Certo F. Restoration of thoracolumbar spine stability and alignment in elderly patients using minimally invasive spine surgery (MISS). A safe and feasible option in degenerative and traumatic spine diseases. *Acta Neurochir Suppl*. 2017; 124: 69-74.
15. Wang B, Fan Y, Dong J, Wang H, Wang F, Liu Z, et al. A retrospective study comparing percutaneous and open pedicle screw fixation for thoracolumbar fractures with spinal injuries. *Medicine (United States)*. 2017; 96(38): e8104.
16. Fan S, Hu Z, Zhao F, Zhao X, Huang Y, Fang X. Multifidus muscle changes and clinical effects of one-level posterior lumbar interbody fusion: minimally invasive procedure versus conventional open approach. *Eur Spine J*. 2010; 19(2): 316-324.
17. Tian NF, Wu YS, Zhang XL, Wu XL, Chi YL, Mao FM. Fusion versus nonfusion for surgically treated thoracolumbar burst fractures: a meta-analysis. *PLoS One*. 2013; 8(5): 63995.
18. Han G, He C, Shao L. Analysis on curative effect of percutaneous minimally invasive spinal internal fixation with pedicle screw rod system for thoracolumbar fracture. *Biomedical Research (India)*. 2017; 28(15): 6848-6851.
19. Kreinest M, Rillig J, Grützner PA, Küffer M, Tinelli M, Matschke S. Analysis of complications and perioperative data after open or percutaneous dorsal instrumentation following traumatic spinal fracture of the thoracic and lumbar spine: a retrospective cohort study including 491 patients. *Eur Spine J*. 2017; 26(5): 1535-1540.

Сведения об авторах:

Макаров С.А., врач травматолог-ортопед, научный сотрудник отделения хирургии позвоночника, НКЦ № 2, ФГБНУ «РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского», г. Москва, Россия.

Аганесов А.Г., д.м.н., профессор, заведующий отделением хирургии позвоночника, НКЦ № 2, ФГБНУ «РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского», г. Москва, Россия.

Алексанян М.М., к.м.н., врач травматолог-ортопед, старший научный сотрудник отделения хирургии позвоночника, НКЦ № 2, ФГБНУ «РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского», г. Москва, Россия.

Микаелян К.П., к.м.н., врач анестезиолог-реаниматолог, НКЦ № 1, ФГБНУ «РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского», г. Москва, Россия.

Адрес для переписки:

Макаров Сергей Александрович, Абрикосовский пер., 2, г. Москва, Россия, 119991
Тел: +7 (926) 597-90-39
E-mail: makarov.spine@gmail.com

Статья поступила в редакцию: 10.01.2023

Рецензирование пройдено: 20.01.2023

Подписано в печать: 01.03.2023

Information about authors:

Makarov S.A., traumatologist-orthopedist, researcher of spinal surgery unit, Scientific Clinical Center No. 2, Russian Research Center of Surgery named after academician B.V. Petrovsky, Moscow, Russia.

Aganesov A.G., MD, PhD, professor, chief of spinal surgery unit, Scientific Clinical Center No. 2, Russian Research Center of Surgery named after academician B.V. Petrovsky, Moscow, Russia.

Aleksanyan M.M., candidate of medical sciences, traumatologist-orthopedist, senior researcher of spinal surgery unit, Scientific Clinical Center No. 2, Russian Research Center of Surgery named after academician B.V. Petrovsky, Moscow, Russia.

Mikaelyan K.P., candidate of medical sciences, anesthesiologist-resuscitator, Scientific Clinical Center No. 1, Russian Research Center of Surgery named after academician B.V. Petrovsky, Moscow, Russia.

Address for correspondence:

Makarov Sergey Alexandrovich, Abrikosovskiy Pereulok, 2, Moscow, Russia, 119991
Tel: +7 (926) 597-90-39
E-mail: makarov.spine@gmail.com

Received: 10.01.2023

Review completed: 20.01.2023

Passed for printing: 01.03.2023

ПРОГНОСТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ЛЕТАЛЬНОСТИ ПРИ ГЕНЕРАЛИЗОВАННОМ ВОСПАЛЕНИИ С УЧЕТОМ ЭТИОЛОГИИ ИНФЕКЦИОННОГО ПРОЦЕССА

PROGNOSTIC FACTORS OF MORTALITY IN GENERALIZED INFLAMMATION CONSIDERING THE ETIOLOGY OF THE INFECTIOUS PROCESS

Устьянцева И.М. Ustyantseva I.M.
Хохлова О.И. Khokhlova O.I.
Кулагина Е.А. Kulagina E.A.
Агаджанян В.В. Agadzhanian V.V.

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

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

ФГБУ «Новокузнецкий научно-практический центр медико-социальной экспертизы и реабилитации инвалидов»
Минтруда России,
г. Новокузнецк, Россия,

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

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

Kemerovo State Medical University,
Kemerovo, Russia,

Novokuznetsk Scientific and Practical Center
for Medical and Social Expertise and Rehabilitation
of Disabled Persons,
Novokuznetsk, Russia,

Novosibirsk Research Institute of Traumatology
and Orthopedics named after Ya.L. Tsivyan,
Novosibirsk, Russia

Поиск предикторов летальных исходов при генерализованном воспалительном процессе до сих пор остается в центре внимания многих исследователей.

Цель настоящего исследования – оценить возможность использования клинических, метаболических параметров, показателей активации нейтрофилов и лимфоцитов в качестве предикторов летального исхода у пациентов с признаками генерализованного воспаления с учетом этиологии инфекционного процесса (бактериальной или вирусной).

Материал и методы. Проведен ретроспективный анализ результатов обследования 170 человек с генерализованным воспалительным процессом бактериальной этиологии (когорта 1) и 150 – с новой коронавирусной инфекцией (COVID-19), осложненной внебольничной пневмонией, находившихся в отделении реанимации и интенсивной терапии. Учитывались данные, полученные на дату микробиологического подтверждения источника инфекции (когорта 1) или получения положительного результата РНК SARS-Cov-2 методом полимеразной цепной реакции (когорта 2).

Для выявления связи между летальным исходом и исследуемыми показателями использовали множественный регрессионный анализ.

Результаты. Установлено, что при генерализованном воспалении, обусловленном бактериальным инфекционным процессом, независимыми прогностическими факторами летального исхода являются возраст старше 60 лет, грамотрицательная микрофлора, уровень лактата выше 2,5 ммоль/л в цельной крови, количество лейкоцитов $> 20 \times 10^9/\text{л}$, интенсивность реактивности нейтрофилов (NEUT-RI) $> 75 \text{ FI}$, интенсивность гранулярности нейтрофилов (NEUT-GI) $> 170 \text{ SI}$.

The search for predictors of lethal outcomes of generalized inflammatory process is still the focus of many researchers.

Objective – to assess the possibility of using clinical and metabolic parameters, and indicators of neutrophil and lymphocyte activation as predictors of a lethal outcome in patients with signs of generalized inflammation, taking into account the etiology of the infectious process (bacterial or viral).

Materials and methods. A retrospective analysis of the results of examination of 170 people with the generalized inflammatory process of bacterial etiology (cohort 1) and 150 people with the new coronavirus infection (COVID-19) complicated by community-acquired pneumonia, who were in the intensive care unit, was carried out. Data obtained at the date of microbiological confirmation of the source of infection (cohort 1) or a positive result of SARS-Cov-2 RNA by polymerase chain reaction (cohort 2) were taken into account.

Multiple regression analysis was used to identify the relationship between the lethal outcome and the studied parameters.

Results. It has been established that in case of generalized inflammation caused by the bacterial infectious process, independent prognostic factors of a lethal outcome are age over 60 years, gram-negative microflora, lactate level above 2.5 mmol/l in whole blood, leukocyte count $> 20 \times 10^9/\text{l}$, intensity neutrophil reactivity (NEUT-RI) $> 75 \text{ FI}$, neutrophil granularity intensity (NEUT-GI) $> 170 \text{ SI}$.

Для цитирования: Устьянцева И.М., Хохлова О.И., Кулагина Е.А., Агаджанян В.В. ПРОГНОСТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ЛЕТАЛЬНОСТИ ПРИ ГЕНЕРАЛИЗОВАННОМ ВОСПАЛЕНИИ С УЧЕТОМ ЭТИОЛОГИИ ИНФЕКЦИОННОГО ПРОЦЕССА //ПОЛИТРАВМА / POLYTRAUMA. 2023. № 1, С. 51-60.

Режим доступа: <http://poly-trauma.ru/index.php/pt/article/view/453>

DOI: 10.24412/1819-1495-2023-1-51-60

Независимыми прогностическими факторами летального исхода пациентов с генерализованным воспалением вирусной этиологии являются возраст старше 60 лет, сопутствующие заболевания (хроническая сердечная недостаточность и гипертоническая болезнь), уровень лактата выше 3 ммоль/л, относительное количество лимфоцитов, синтезирующих антитела (AS-LYMP), > 2,5 %.

Вывод. Предикторы летального исхода генерализованного воспалительного процесса зависят от этиологического фактора.

Ключевые слова: генерализованное воспаление; сепсис; новая коронавирусная болезнь; летальность; прогнозирование; предикторы.

Independent prognostic factors for the death of patients with generalized inflammation of viral etiology are age over 60 years, comorbidities (chronic heart failure and hypertension), lactate levels above 3 mmol/l, relative number of lymphocytes synthesizing antibodies (AS-LYMP), > 2.5 %.

Conclusion. The predictors of a lethal outcome of a generalized inflammatory process depend on the etiological factor.

Key words: generalized inflammation; sepsis; new coronavirus disease; mortality; forecasting; predictors.

Согласно международным рекомендациям по лечению сепсиса и септического шока (SSC 2021 — Surviving Sepsis Campaign — Кампания по выживанию при сепсисе), сепсис определяется как опасная для жизни дисфункция органов, вызванная нарушением регуляции реакции хозяина на инфекцию [1]. Патогномичным для сепсиса является наличие очага инфекции, синдрома системной воспалительной реакции (СВР) в сочетании с признаками органно-системной дисфункции [1, 2].

Неконтролируемая реакция организма на инфекцию сопровождается опасной для жизни дисфункцией органов, часто приводящей к смерти. Раннее выявление и своевременное лечение в первые часы после развития сепсиса улучшают исходы [1]. В центре внимания многих исследований по-прежнему остается поиск предикторов летальных исходов при сепсисе [2-4]. Однако усилия по выявлению прогностических факторов летальности весьма неоднозначны. Это может быть связано с использованием небольших выборок при проведении исследований в отдельных учреждениях или национальных баз данных с ограниченным количеством характеристик и параметров для конкретного пациента [3, 4].

К независимым маркерам летальности при сепсисе относят пожилой возраст, мультифокальные и сопутствующие заболевания, предшествующие инфекции [3], лактат, натрий, креатинин, количество лейкоцитов (WBC) и тромбоцитов в крови [3-5].

В исследованиях, опубликованных нами ранее, было показано, что по мере прогрессирования тяжести гипотензии увеличение уровня лактата ассоциируется с повышенным риском смерти у пациентов с

сепсисом [4, 5]. При этом установлено, что уровень лактата в цельной крови у пациентов с сепсисом является независимым прогностическим фактором летальности [5].

В недавно опубликованных исследованиях мы показали 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 [6-8]. Мониторинг количества незрелых гранулоцитов (IG), статуса активации нейтрофилов (NEUT-RI и NEUT-GI) и лимфоцитов (AS-LYMP, RE-LYMP) может быть использован в дифференциальной диагностике вирусной и бактериальной инфекции [9, 10]. Для бактериальной инфекции характерно увеличение функциональной активности нейтрофилов (NEUT-RI и NEUT-GI), тогда как наличие вирусной инфекции может сопровождаться увеличением функциональной активности лимфоцитов (AS-LYMP, RE-LYMP) [10].

Цель настоящего исследования — оценить возможность использования клинических, метаболических параметров, показателей активации нейтрофилов и лимфоцитов в качестве предикторов летального исхода у пациентов с признаками генерализованного воспаления с учетом этиологии инфекционного процесса (бактериальной или вирусной).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Сбор данных

Исследование проводилось в ГБУЗ «Кузбасский клинический

центр охраны здоровья шахтеров имени святой великомученицы Варвары» (г. Ленинск-Кузнецкий) на 550 коек.

Ретроспективный анализ охватывал период с января 2018 по декабрь 2022 года и включал 320 пациентов с генерализованным воспалением различной этиологии. Пациенты в возрасте до 18 лет и с рецидивирующими инфекциями кожи и мягких тканей были исключены.

Информированное согласие пациентов (или их близких родственников — в случае ограниченной способности больного к общению) было получено и соответствовало этическим принципам Хельсинкской декларации (2013 г.), «Правилам клинической практики в Российской Федерации» (Приказ Минздрава РФ от 19.06.2003 г. № 266). Исследование было одобрено этическим комитетом ГБУЗ «Кузбасский клинический центр охраны здоровья шахтеров» (далее — центр).

Все необходимые переменные (демографические данные, характеристики пациентов и заболеваний, коморбидный статус, клинические исходы), используемые в этом исследовании, индивидуально для каждого пациента были получены из базы данных Медицинской информационной системы (МИС) центра.

Когорты пациентов

В зависимости от этиологии генерализованного воспаления ретроспективно были определены 2 когорты: в когорту 1 вошли пациенты с бактериальной инфекцией, в когорту 2 — с вирусной [10].

Первая когорта состояла из взрослых пациентов с сепсисом (n = 170), установленным в соответствии с критериями Сепсис-3 [11], нахо-

дившихся в отделении реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ) в период с января 2018 по декабрь 2022 г. Пациенты были включены в исследование в случае установления источника инфекции и ее микробиологическом подтверждении, а также при обнаружении микроорганизмов в стерильных в норме тканях. Основной диагноз при поступлении в стационар — политравма, пневмония, перитонит, флегмона, эндопневмония, нагноение травм, остеомиелит. Пациентам проводилось лечение в соответствии со стандартами и протоколами оказания медицинской помощи (хирургическое вмешательство, антибиотикотерапия широкого спектра действия, инфузионная терапия, вазопрессоры по показаниям).

Для выявления бактериального инфицирования производили посев различных биоматериалов (кровь, моча, мокрота, отделяемое ран, интраоперационные образцы и др.) на среды согласно действующему до 24 августа 2020 г. приказу № 535 МЗ СССР от 22.04.1985 г. Идентификация микроорганизмов проводилась на бактериологическом анализаторе Vitek 2 с помощью мультимикротестов (БиоМерье, Франция).

Вторая когорта была сформирована из пациентов с новой коронавирусной инфекцией COVID-19, осложненной внебольничной пневмонией ($n = 150$), поступивших в ОРИТ в период с января 2020 г. по декабрь 2022 г. Учет случаев осуществлялся на дату регистрации сведений о положительном тесте на рибонуклеиновую кислоту (РНК) вируса SARS-CoV-2 методом полимеразной цепной реакции (ПЦР). Степень тяжести новой коронавирусной инфекции оценивали согласно «Временным методическим рекомендациям. Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (COVID-19) МЗ РФ. Версия 9 от 1.10.2020».

В качестве материала для этиологической лабораторной диагностики COVID-19 использовали назальные и/или назофарингеальные мазки. Выявление РНК SARS-CoV-2 осуществлялось методом ПЦР с гибридационной-флуоресцентной детекцией с

помощью наборов реагентов «Вектор-ПЦР-2019-nCoV-RG» по ТУ 21.20.23-088-05664012-2020 (г. Новосибирск, пос. Кольцово).

Клинико-функциональная оценка

Клинические данные для пациентов обеих когорт были получены из электронной истории болезни базы данных Медицинской информационной системы (МИС) центра на дату микробиологического подтверждения источника инфекции (1 когорта) и получения положительного результата РНК SARS-CoV-2 методом ПЦР (2 когорта).

Анализировали демографические данные (возраст, пол), коморбидный статус (сопутствующие заболевания), физиологические параметры (систолическое артериальное давление — САД, частоту сердечных сокращений — ЧСС, частоту дыхания — ЧД, температуру тела — T , °C), уровень сознания, тяжесть травмы, тяжесть состояния, показатели продолжительности пребывания в ОРИТ и летальность.

Для оценки нарушения сознания использовали шкалу комы Глазго (GCS — The Glasgow Coma Scale), тяжести травмы — ISS (Injury Severity Score — Оценка тяжести травмы), тяжести состояния — APACHE-III (Acute Physiology and Chronic Health Evaluation — оценка острых физиологических и хронических функциональных изменений). Признаки органной дисфункции выявляли с помощью шкалы qSOFA (Quick Sequential Organ Failure Assessment — быстрая динамическая оценка органной недостаточности). Положительной оценку считали в случае обнаружения у пациента двух или более признаков: ЧД ≥ 22 вд/мин, САД ≤ 100 мм рт. ст., уровень сознания по шкале GCS < 15 баллов [11].

Лабораторные методы исследования

Образцы периферической венозной крови, собранные в пробирки с антикоагулянтом K_2 ЭДТА (Becton Dickinson), исследовали на гематологическом анализаторе Sysmex XN-1000 (Sysmex Co., Япония). Оценивали основные параметры: гемоглобин, количество тромбоци-

тов, лейкоцитов, абсолютное и относительное количество нейтрофилов, незрелых гранулоцитов (IG), а также расширенные параметры воспаления (NEUT-GI — интенсивность зернистости нейтрофилов; NEUT-RI — интенсивность реактивности нейтрофилов; RE-LYMP — реактивные лимфоциты; AS-LYMP — лимфоциты, синтезирующие антитела).

Содержание лактата в цельной венозной крови определяли на анализаторе критических состояний Cobas b 221 (Roche Ltd, Германия).

В сыворотке крови определяли глюкозу, креатинин, С-реактивный белок (СРБ) на аналитической модульной платформе «Cobas 6000 SWA» (Швейцария).

Статистический анализ

Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием пакета программ обработки статистических данных общественных наук версии 21 «IBM SPSS Statistics 21» (Statistical Product and Service Solutions — SPSS).

Качественные признаки представлены в виде абсолютных и относительных (%) значений. Количественные переменные представлены в виде Me (LQ-UQ), где Me — медиана, (LQ-UQ) — интерквартильный разброс (IQR) (LQ — 25%, UQ — 75% квантили).

Сравнение когорт по непрерывным переменным проводили с помощью U-критерия Манна-Уитни. Критический уровень значимости (p) при проверке статистических гипотез принимался равным 0,05. При $p < 0,05$ различия считали значимыми.

Для выявления прогностических факторов летальности количественные переменные были преобразованы в двоичные (дихотомические) переменные на основе пороговых значений, установленных нами в предыдущих исследованиях [4-10]. Наличие признака принимали за 1, отсутствие — за 0.

Наличие связи между каждым интересующим нас предиктором и переменной отклика (летальный исход) устанавливали при помощи одномерной логистической регрес-

сии. При уровне «р», не превышающем критический уровень значимости, равный 0,05, предикторы считали значимыми; в последующем они были включены в многомерный анализ (многофакторной логистической регрессии). Используя обратную пошаговую множественную логистическую регрессию, идентифицировали факторы, независимо связанные с летальным исходом. Результаты представлены в виде отношения шансов с соответствующими 95%-ными доверительными интервалами.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Демографические данные, основные и сопутствующие заболевания

Демографические данные, частоты встречаемости основных и

сопутствующих заболеваний в исследуемых когортах представлены в таблице 1.

Медиана возраста пациентов когорты 1 составила 56 (43-63) лет; большинство пациентов — мужчины (70 %). Среди основных заболеваний, течение которых сопровождалось развитием генерализованного воспаления, наиболее часто встречались политравма (38,8 %, в том числе сочетанные повреждения — 26,5 %, множественные повреждения — 12,3 %), абсцесс и/или флегмона (13,5 %), нагноение ран (11,8 %), пневмония (7,1 %).

Наиболее распространенными сопутствующими заболеваниями были гипертоническая болезнь (32,4 %), сахарный диабет (28,2 %), хроническая сердечная недостаточность (21,8 %).

У пациентов когорты 2 медиана возраста составила 65 (49-72) лет; большинство из них также были мужчинами (60 %). У всех пациентов когорты 2 отмечали наличие внебольничной пневмонии вирусной этиологии. В 80 % случаев объем поражения легких по данным компьютерной томографии (КТ) был значительным или субтотальным (КТ 3-4 по адаптированной «эмпирической» визуальной шкале), что характеризовало течение тяжелой двусторонней полисегментарной внебольничной пневмонии. Среди сопутствующих заболеваний преобладали гипертоническая болезнь (38,7 %), сахарный диабет (34 %), хроническая сердечная недостаточность (24 %).

У некоторых пациентов обеих когорт отмечалось наличие более одного сопутствующего заболевания.

Таблица 1

Демографические данные, основные и сопутствующие заболевания у пациентов с генерализованным воспалительным процессом бактериальной (когорта 1) и вирусной (когорта 2) этиологии

Table 1

Demographic data, main and concomitant diseases in patients with generalized inflammatory process of bacterial (cohort 1) and viral (cohort 2) etiology

Когорты / Cohorts Пациенты / Patients (n)	1 когорта Сепсис (170) Cohort 1 Sepsis (170)	2 когорта COVID-19 (150) Cohort 2 COVID-19 (150)
Возраст, лет, Ме (IQR) / Age, y, Me (IQR)	56 (43-63)	65 (49-72)
Пол, женщины, n (%) / Sex, female, n (%)	51 (30)	60 (40)
Основные заболевания, n (%) / Main diseases, n (%)		
Политравма / Polytrauma:	66 (38.8)	-
Сочетанная / Concomitant	45 (26.5)	-
Множественная / Multiple	22 (12.3)	-
Послеоперационная раневая инфекция / Postoperative wound infection	15 (8.8)	-
Абсцесс и/или флегмона / Abscess and/or cellulitis	23 (13.5)	-
Остеомиелит / Osteomyelitis	10 (5.9)	-
Нагноение ран / Suppuration of wounds	20 (11.8)	-
Пневмония / Pneumonia	12 (7.1)	150 (100)
Эндообронхит / Endobronchitis	7 (4.1)	-
Инфекция мочевыводящих путей / Urinary tract infection	5 (2.9)	-
Инфекция кровотока / Bloodstream infection	2 (1.2)	-
Другое / Other	10 (5.9)	-
Коморбидность (сопутствующие заболевания) / Comorbidity (concurrent diseases), %:		
Гипертоническая болезнь / Hypertensive disease	55 (32.4)	58 (38.7)
Хроническая сердечная недостаточность / Chronic heart failure	37 (21.8)	36 (24.0)
Сахарный диабет / Diabetes mellitus	48 (28.2)	51 (34.0)
Хроническая обструктивная болезнь легких / Chronic obstructive pulmonary disease	8 (4.7)	11 (7.3)
Заболевания печени / Liver diseases	5 (0.3)	2 (1.3)
Заболевания почек / Renal diseases	2 (0.1)	1 (0.1)
Онкологические заболевания / Oncologic diseases	4 (2.2)	5 (2.3)

Примечание: Ме – медиана, (IQR) – интерквартильный разброс.

Note: Me – median, (IQR) – interquartile range.

Клинические, физиологические, микробиологические и лабораторные показатели

Характеристика клинических и физиологических параметров у

пациентов в исследуемых группах представлена в таблице 2.

У большинства пациентов обеих когорт определяли низкие значения САД, повышенные ЧСС и

ЧД в сравнении с референсными величинами данных показателей. Оценка уровня сознания по шкале комы Глазго менее 12 баллов была выявлена у 50 % пациентов когор-

Таблица 2

Клинические и физиологические параметры у пациентов с генерализованным воспалительным процессом бактериальной (когорты 1) и вирусной (когорты 2) этиологии

Table2

Clinical and physiological parameters in patients with generalized inflammatory process of bacterial (cohort 1) and viral (cohort 2) etiology

	1 когорты / cohort 1 сепсис / sepsis (170)		2 когорты / cohort 2 COVID-19 (150)	
	Median	IQR	Median	IQR
Физиологические параметры / Physiology Measures				
Систолическое давление крови, мм рт. ст. / Systolic blood pressure, mm Hg	110	103-130	115	97-115
ЧСС, уд/мин / Heart rate, bpm	107	103-112	102	97-115
Температура, °C / Temperature, °C	37.3	36.8-37.9	36.7	36.3-37.2
Частота дыхания, вдохов/мин / Respiratory rate, breaths per min	20	18-25	22	15-26
Клинические шкалы / Clinical scores				
Шкала комы Глазго, баллы / Glasgow Coma Scale, points	12	8-15	15	10-15
Оценка органной недостаточности, qSOFA, ≥ 2, n (%) Organ failure, qSOFA, ≥ 2, n (%)	34 (20 %)		27 (18 %)	
Исход / Outcomes				
Длительность пребывания в ОРИТ, дни / ICU length of stay, days	20	17-25	24	21-26
Летальность, n (%) / Mortality, n (%)	38 (22.4 %)		42 (28 %)	

Примечание: Ме – медиана, (IQR) – интерквартильный разброс.

Note: Me – median, (IQR) – interquartile range.

Таблица 3

Характеристика выделенных микробных культур у пациентов с генерализованным воспалительным процессом бактериальной этиологии (когорты 1, n = 170)

Table3

Characterization of isolated microbial cultures in patients with a generalized inflammatory process of bacterial etiology (cohort 1, n = 170)

	Всего, абс. Total, abs. (n)	%
Положительные образцы биоматериалов / Positive samples of biomaterials:	356	100
Микробные ассоциации / Microbial associations	256	40
Монокультуры / Monocultures	100	60
Грамотрицательные микроорганизмы* / Gram-negative microorganisms*	52	52
Ферментирующие (<i>Escherichiacoli</i> , <i>Энтеробактерии</i>) / Fermenting bacteria (<i>Escherichiacoli</i> , <i>Enterobactaria</i>)	45	45
Неферментирующие (<i>Acinetobacter Baumannii</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i>) Non-fermenting bacteria (<i>Acinetobacter Baumannii</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i>)	7	7
Грамположительные* / Gram positive*	41	41
<i>Staphylococcus spp.</i>		
MRSA	3	3
MSSA	38	38
Грибы* / Fungi*	5	5
<i>Candida albicans</i>		
Анаэробная флора* / Anaerobic flora*	2	2

Примечание: * – процентное соотношение рассчитано из количества выделенных монокультур; MRSA – метициллин-резистентный золотистый стафилококк (methicillin-resistant *St. aureus*); MSSA – метициллин-чувствительный золотистый стафилококк (methicillin-sensitive *St. aureus*).

Note: * – the percentage is calculated from the number of isolated monocultures; MRSA –methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*; MSSA – methicillin-sensitive *Staphylococcus aureus*.

Таблица 4

Характеристика лабораторных параметров у пациентов с сепсисом (1 когорта) и новой коронавирусной инфекцией COVID-19, осложненной внебольничной пневмонией (2 когорта)

Table 4

Characterization of laboratory parameters in patients with sepsis (cohort 1) and new coronavirus infection COVID-19 complicated by community-acquired pneumonia (cohort 2)

Лабораторные показатели Laboratory measures	Диапазон нормальных значений Reference range	Когорты пациентов / Cohorts of patients		P *
		1 Когорта / cohort 1 (сепсис / sepsis) n = 170	2 когорта / cohort 2 (COVID-19) n = 150	
		Me (IQR)	Me (IQR)	
Гемоглобин, г/л / Hemoglobin, g/l	115 -155	108 (91-125)	114 (90-130)	1.0
Тромбоциты (× 10 ⁹ /л) Platelet count (× 10 ⁹ /l)	150-400	233 (201-281)	237 (159-298)	1.0
Уровень лейкоцитов в крови (× 10 ⁹ /л) White blood cell count (× 10 ⁹ /l)	4.0-10.6	22 (18-34)	8 (7-16)	< 0.01
Гематологические параметры воспаления (клеточные популяции) / Hematological parameters of inflammation (cell populations):				
Общее количество реактивных лимфоцитов (RE-LYMP), % Total number of reactive lymphocytes (RE-LYMP), %	0-5	0.6 (0.2-1.4)	6 (0.2-10.2)	1.0
Лимфоциты, синтезирующие антитела (AS-LYMP), % Lymphocytes synthesizing antibodies (AS-LYMP), %	0	0.1 (0-0.3)	2.5 (0.2-8)	< 0.001
Интенсивность реактивности нейтрофилов (NEUT-RI), FI Neutrophil reactivity intensity (NEUT-RI), FI	35-55	82 (60-112)	53 (50-58)	0.024
Интенсивность зернистости нейтрофилов (NEUT-GI), SI Neutrophil granularity intensity (NEUT-GI), SI	134-163	170 (163-180)	140 (130-156)	0.034
Незрелые гранулоциты (IG), % Immature granulocytes (IG), %	0-0.6	7.9 (7-10)	1.2 (0.1-3.2)	< 0.001
Глюкоза, ммоль/л / Glucose, mmol/l	3.9 - 6.1	13.5 (12.2-16.5)	12.8 (12.1-15.8)	1.0
Креатинин, мкмоль/л / Creatinine, μmol/l	80-130	116 (81-195)	118 (82-200)	1.0
Лактат, моль/л / Lactate, mmol/l	< 2	2.6 (2.1-4.8)	3.1 (2.3-5.2)	1.0
СРБ, мг/л / CRP, mg/l	0-5	120 (70-240)	65 (43-170)	< 0.001

Примечание: Me – медиана, (IQR) – интерквартильный разброс; * U-критерий Манна-Уитни.

Note: Me – median, (IQR) – interquartile range; * Mann-Whitney's U-test.

ты 1 и у 25 % пациентов 2 когорты, 20 % пациентов имели показатель органной недостаточности qSOFA ≥ 2 баллов на момент отбора данных.

При бактериологическом исследовании различных биоматериалов (трахеобронхиальный аспират, моча, кровь, отделяемое ран, интраоперационный материал – в зависимости от очага инфекции) пациентов когорты 1 было обнаружено 356 положительных образцов с идентификацией культур микроорганизмов в диагностически значимом титре (табл. 3). В 40 % случаев наблюдались микробные ассоциации, в 60 % – монокультуры микроорганизмов. Преимущественно

это были грамотрицательные бактерии (52 %), большинство из которых (86,5 %) были представлены группой ферментирующих микроорганизмов (*Escherichia coli* и энтерококки) (табл. 3). *Staphylococcus* sp. послужил причиной 41 % случаев инфекции. Культуры гриба *Candida albicans* и анаэробная флора идентифицированы соответственно в 5 % и 2 % от всех монокультур (табл. 3).

У всех пациентов, вошедших в настоящее исследование, в сыроворотке крови отмечались повышенные уровни глюкозы, лактата, креатинина и СРБ. Количество лейкоцитов в крови было существенно повышено только у представителей

когорты 1 (табл. 4). При этом была обнаружена зависимость степени активации различных популяций лейкоцитов (нейтрофилов и лимфоцитов) в зависимости от этиологии воспалительного процесса. Так, у пациентов с бактериальной инфекцией (когорта 1) наблюдалась выраженная активация нейтрофилов, что проявлялось увеличением показателей их реактивности (NEUT-RI) и зернистости (NEUT-GI) одновременно с увеличением количества незрелых гранулоцитов (IG) (табл. 4). При вирусной инфекции (когорта 2) отмечалось значительное увеличение уровня лимфоцитов, синтезирующих антитела (AS-LYMP).

Результаты лечения и летальность

Длительность пребывания в ОРИТ в среднем варьировала от 17 до 26 дней.

Госпитальная летальность пациентов когорт 1 и 2 составила соответственно 22,4 % и 28 %. Наиболее частыми причинами летальных исходов были сердечно-легочные осложнения (40 %), полиорганная недостаточность с преимущественным поражением легких, почек и печени (47 %).

Предикторы неблагоприятных исходов при генерализованном воспалении в зависимости от типа патогена (бактериальный или вирусный)

Факторы, связанные с летальностью при однофакторном и многофакторном анализе в исследуемых когортах, приведены в таблице 5.

У пациентов когорты 1 проведение однофакторного анализа показало, что возраст пациента старше 60 лет, наличие хронической сердечной недостаточности в анамнезе были связаны с более высокими шансами летального исхода, тогда как наличие гипертонической болезни и сахарного диабета, наоборот, были связаны с более низкими шансами смерти. В свою очередь, значения САД < 90 мм рт. ст., ЧСС > 100 уд/мин, инфицирование грамотрицательной микрофлорой, уровень лактата > 2,5 ммоль/л, СРБ > 250 мг/л, лейкоцитов (WBC) > 20×10^9 /л, NEUT-RI > 75 FI, NEUT-GI > 170 SI были каждый в отдельности связаны с большей вероятностью развития летального исхода.

При многофакторном анализе установлено, что возраст > 60 лет, инфицирование грамотрицательной микрофлорой, лактат > 2,5 ммоль/л, СРБ > 250 мг/л, WBC > 20×10^9 /л, реактивность нейтрофилов NEUT-RI > 75 FI и гранулярность нейтрофилов NEUT-GI > 170 SI ассоциируются с большей вероятностью летального исхода и являются независимыми прогностическими факторами летальности у пациентов с генерализованным воспалительным процессом бактериальной этиологии.

У пациентов с новой коронавирусной инфекцией COVID-19, осложненной внебольничной пневмонией (когорта 2), при проведении одномерной логистической регрессии для установления факторов, связанных с летальными исходами, обнаружено, что такие факторы, как возраст > 60 лет, хроническая сердечная недостаточность, сахарный диабет, гипертоническая болезнь в анамнезе, ЧД > 22 вдохов/мин, ЧСС > 100 уд/мин, уровень лактата > 3 ммоль/л, уровень лимфоцитов, синтезирующих антитела (AS-LYMP) > 2,5 % связаны с высокими шансами регистрации летального исхода, в то время как уровень СРБ > 150 мг/л — с меньшими шансами (табл. 5).

При многофакторном анализе установлено, что у пациентов с вирусной инфекцией (в нашем случае COVID-19) возраст > 60 лет, хроническая сердечная недостаточность, гипертоническая болезнь в анамнезе, уровень лактата > 3 ммоль/л и количество лимфоцитов, синтезирующих антитела (AS-LYMP) > 2,5 % являются независимыми факторами летального исхода.

ОБСУЖДЕНИЕ

Это исследование является продолжением предыдущего ретроспективного исследования, проведенного в нашем учреждении для оценки клинических, метаболических проявлений, статуса активации клеточных популяций лейкоцитов при генерализованном воспалении в дифференциальной диагностике бактериальной и вирусной инфекции [9, 10]. В двух разных когортах инфицированных пациентов, отличающихся типом патогена (бактериальным и вирусным), зарегистрированы летальные исходы у пациентов с сепсисом (когорта 1) — в 22,2 % случаев, у пациентов с COVID-19, осложненной внебольничной пневмонией (когорта 2), — в 34,8 % случаев [10].

В текущем исследовании с большим количеством наблюдений ($n = 320$) относительное количество летальных случаев в когортах инфицированных пациентов практически не отличалось от первоначально опубликованных данных и

составило в когортах 1 и 2 соответственно 22,4 % и 28 %.

Многие прогностические факторы летальности, установленные нами ранее [4, 8-10], были подтверждены в этом исследовании, включая пожилую возраст, сопутствующие заболевания, уровень лактата, лейкоцитов и СРБ в крови. Однако физиологические показатели (САД, ЧСС, ЧД), обычно ассоциируемые с тяжестью реакции на инфекцию [5], не являлись предикторами летальности. По-видимому, это может быть связано с тем, что между показателями летальности и величинами САД, ЧСС, ЧД существует U-образная зависимость, и вероятность летального исхода с наивысшими и наименьшими квартилями их значений существенно выше, чем при нормальном или умеренном повышении этих показателей [5].

В результате множественного логистического регрессионного анализа установлено, что новыми значимыми прогностическими факторами летальности пациентов с генерализованным воспалительным процессом бактериальной этиологии являются расширенные параметры воспаления гематологического анализа — NEUT-RI > 75 FI и NEUT-GI > 170 SI, тогда как у пациентов с внебольничной пневмонией вирусной этиологии (PHK-SARS-CoV2) — увеличение уровня лимфоцитов, синтезирующих антитела (AS-LYMP > 2,5 %).

Сильная сторона данного исследования заключается в использовании для анализа достаточно большого количества клинических, физиологических, микробиологических и лабораторных параметров, что позволяет с большей уверенностью подтвердить ранее полученные результаты и выявить новые факторы, связанные с летальным исходом при генерализованном воспалительном процессе (расширенные параметры воспаления гематологического анализа: у пациентов с бактериальной инфекцией — статус активации нейтрофилов (NEUT-RI и NEUT-GI), у пациентов с вирусной инфекцией — статус активации лимфоцитов (AS-LYMP)), с помощью которых можно улучшить стратификацию

Таблица 5

Факторы однофакторного и многофакторного анализа, связанные с летальными исходами пациентов исследуемых когорт

Table 5

Factors of univariate and multivariate analysis associated with lethal outcomes of patients in the studied cohorts

	Однофакторный анализ Univariate analysis			Многофакторный анализ Multivariate analysis		
	ОШ / OR	95% ДИ / CI	p	ОШ / OR	95% ДИ / CI	p
Летальность когорты 1 (сепсис)* / Mortality Cohort 1 (sepsis)*						
Возраст > 60 лет Age > 60 years	2.01	1.23-3.59	0.007	2.21	1.32-3.97	0.008
Гипертоническая болезнь Hypertonic disease	0,63	0.52-0.98	0.0035	NS	NS	NS
Сахарный диабет Diabetes mellitus	0.55	0.31-0.96	0.034	NS	NS	NS
Хроническая сердечная недостаточность Chronic heart failure	3.10	1.43-6.75	0.004	NS	NS	NS
САД < 90 мм рт. ст. MAP < 90 mm Hg	2.77	1.25-6.16	0.012	NS	NS	NS
ЧСС > 100 уд/мин HR > 100 per min	2.16	1.044	0.035	NS	NS	NS
Грамотрицательные микроорганизмы Gram-negative microorganisms	6.31	1.95-20.40	0.002	6.85	1.53-30.63	0.012
Лактат > 2,5 ммоль/л Lactate > 2.5 mmol/l	3.77	2.18-6.51	< 0.001	3.12	1.73-5.65	< 0.001
СРБ, мг/л > 250 мг/л CRP, mg/l > 250 mg/l	5.02	2.03-12.04	< 0.001	4.91	1.97-12.23	< 0.001
Лейкоциты (WBC) > 20 × 10 ⁹ /л WBC > 20 × 10 ⁹ /l	2.11	1.11-4.00	0.022	2.18	1.10-4.22	0.026
Интенсивность реактивности нейтрофилов NEUT-RI > 75 FI	2.70	1.54-4.75	< 0.001	2.25	1.21-4.21	0.011
Интенсивность зернистости нейтрофилов NEUT-GI > 170 SI	2.5	1.58-3.5	< 0.001	1.80	1.04-2.98	0.029
Летальность Когорты 2 (COVID-19)** / Mortality Cohort 2 (COVID-19)**						
Возраст > 60 лет Age > 60 years	2.28	1.13-4.57	0.021	4.00	1.51-10.57	0.005
Гипертоническая болезнь Hypertonic disease	2.47	1.59-3.85	< 0.001	1.78	1.06-2.98	0.029
Диабет Diabetes mellitus	2.52	1.62-3.93	< 0.001	NS	NS	NS
Хроническая сердечная недостаточность Chronic heart failure	4.38	1.79-10.70	0.001	4.04	1.11-14.65	0.034
ЧД > 22 вдохов/мин RE > 22 breaths per min	4.46	2.34-10.3	< 0.001	NS	NS	NS
ЧСС > 100 уд/мин HR > 100 beats per min	2.66	1.83-2.10	< 0.001	NS	NS	NS
Лактат > 3 ммоль/л Lactate > 3mmol/l	3.60	1.82-7.10	< 0.001	4.91	1.97-12.23	0.001
С-РБ, мг/л > 150 мг/л CRP, mg/l > 150 mg/l	1.66	1.33-5.32	0.035	NS	NS	NS
Лимфоциты, синтезирующие антитела, AS-LYMP > 2.5 %	4.06	2.05-8.06	< 0.001	3.35	1.39-8.07	0.026

Примечание: * – среди пациентов с сепсисом (когорты 1, n = 170); ** – среди пациентов с новой коронавирусной инфекцией COVID-19, осложненной внебольничной пневмонией (когорты 2, n = 150); ОШ / OR – отношение шансов (oddsratio); NS (notsignificant) – незначимая.

Note: * – among patients with sepsis (cohort 1, n = 170); ** – among patients with new coronavirus infection COVID-19 complicated by community-acquired pneumonia (cohort 2, n = 150); OR – odds ratio; NS – not significant.

риска, персонализировать этапы лечения для снижения риска неблагоприятных исходов.

На практике синдром генерализованного воспаления как бактериальной, так и вирусной этиологии часто рассматривается как единый патологический процесс и имеет общую стратегию ведения — раннее интенсивное лечение критических состояний. Однако полученные результаты проведенного исследования подчеркивают тот факт, что генерализованное воспаление в зависимости от этиологии инфекционного процесса представляет собой гетерогенную патологию, что определяет необходимость индивидуального подхода к ее лечению.

Усилия по дифференциации и прогнозированию неблагоприятных исходов при генерализованном воспалении должны предусматри-

вать анализ физиологических данных, учитывать сопутствующие заболевания пациента, локализацию и этиологию инфекции, лабораторные показатели, включая расширенные показатели воспаления гематологического анализа — статус активации нейтрофилов (NEUT-RI и NEUT-GI) и лимфоцитов (AS-LYMP), чтобы лучше учесть эту неоднородность и улучшить прогнозы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При генерализованном воспалении, обусловленном бактериальным инфекционным процессом, независимыми прогностическими факторами летального исхода являются возраст старше 60 лет, грамотрицательная микрофлора, уровень лактата выше 2,5 ммоль/л в цельной крови, количество лейкоцитов $> 20 \times 10^9/\text{л}$, сверхпоро-

говые показатели функциональной активности нейтрофилов: NEUT-RI $> 75 \text{ FI}$, NEUT-GI $> 170 \text{ SI}$.

Независимыми прогностическими факторами летального исхода пациентов с генерализованным воспалением вирусной этиологии являются возраст старше 60 лет, сопутствующие заболевания (хроническая сердечная недостаточность и гипертоническая болезнь), уровень лактата выше 3 ммоль/л, увеличение функциональной активности лимфоцитов (AS-LYMP) $> 2,5 \%$.

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:

- 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
- Ustyantseva IM, Agadzhanian 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.)
- Horn DL, Shen J, Roberts E, Wang TN, Li KS, O'Keefe GE, et al. Predictors of mortality, limb loss, and discharge disposition at admission among patients with necrotizing skin and soft tissue infections. *J Trauma Acute Care Surg*. 2020; 89(1): 186-191.
- Ustyantseva IM, Khokhlova OI, Petukhova OV, Zhevlakova YuA, Agalaryan Akh. The prognostic value of the inflammation markers, lipopolysaccharide-binding protein and blood lactate in the sepsis development in patients with polytrauma. *Polytrauma*. 2014; (3): 15-23. Russian (Устьянцева И.М., Хохлова О.И., Петухова О.В., Жевлакова Ю.А. Агаларян А.Х. Прогностическая значимость маркеров воспаления, липополисахаридсвязывающего протеина и лактата в развитии сепсиса у пациентов с политравмой // Политравма. 2014. № 3. С. 15-23.)
- Ustyantseva IM, Khokhlova OI, Agadzhanian VV. Blood lactate as a predictor of mortality in patients with polytrauma. *Polytrauma*. 2017; (4): 44-58. Russian (Устьянцева И.М., Хохлова О.И., Агаджанян В.В. Уровень лактата в крови как прогностический фактор летальности у пациентов с политравмой //Политравма. 2017. № 4. С. 44-58.)
- Ustyantseva IM, Khokhlova OI, Goloshumov NP, Agadzhanian 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, Agadzhanian 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, Kulagina EA, Aliev AR, Goloshumov NP, Agadzhanian VV. Monitoring of hematological parameters of inflammation in development of fatal multiple organ dysfunction in a patient with sepsis of high risk group. *Polytrauma*. 2020. (1): 41-46. Russian (Устьянцева И.М., Кулагина Е.А., Алиев А.Р., Голошумов Н.П., Агаджанян В.В. Мониторинг гематологических параметров воспаления в развитии фатальной полиорганной дисфункции у пациента с сепсисом из группы высокого риска //Политравма. 2020. № 1. С. 41-46.)
- Ustyantseva IM, Zinchenko MA, Guselnikov YuA, Kulagina EA, Aliev AR, Agadzhanian 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, Agadzhanian 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.)
- 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.

Сведения об авторах:

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

Хохлова О.И., д.м.н., ведущий научный сотрудник, ФГБУ «Новокузнецкий научно-практический центр медико-социальной экспертизы и реабилитации инвалидов» Минтруда России, г. Новокузнецк, Россия.

Кулагина Е.А., врач клинической лабораторной диагностики, ГБУЗ «Кузбасский клинический центр охраны здоровья шахтеров имени святой великомученицы Варвары», г. Ленинск-Кузнецкий, Россия.

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

Адрес для переписки:

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

Статья поступила в редакцию: 15.02.2023

Рецензирование пройдено: 24.02.2023

Подписано в печать: 01.03.2023

Information about authors:

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

Khokhlova O.I., MD, PhD, senior researcher, Novokuznetsk Scientific and Practical Center for Medical and Social Expertise and Rehabilitation of Disabled Persons, Novokuznetsk, Russia.

Kulagina E.A., doctor of clinical laboratory diagnostics, Kuzbass Clinical Center of Miners' Health Protection named after The Holy Great Martyr Barbara, Leninsk-Kuznetsky, Russia.

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

Address for correspondence:

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

Received: 15.02.2023

Review completed: 24.02.2023

Passed for printing: 01.03.2023



КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ ТЯЖЕЛОЙ ШАХТОВОЙ ТРАВМЫ

A CLINICAL CASE OF SEVERE INJURY AT UNDERGROUND MINE

Агаджанян В.В. Agadzhanyan V.V.
Кравцов С.А. Kravtsov S.A.
Агаларян А.Х. Agalaryan A.Kh.
Богданов С.В. Bogdanov S.V.
Баховудинов А.Х. Bakhovudinov A.Kh.

ФГБУ «ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна»
 Минздрава России,
 г. Новосибирск, Россия, Novosibirsk Research Institute of Traumatology
 and Orthopedics named after Ya. L. Tsivyan,
 Novosibirsk, Russia,

ГБУЗ «Кузбасский клинический центр охраны здоровья
 шахтеров имени святой великомученицы Варвары»,
 г. Ленинск-Кузнецкий, Россия, Kuzbass Clinical Center of Miners' Health Protection
 named after The Holy Great Martyr Barbara,
 Leninsk-Kuznetsky, Russia,

ГБУЗ «Междуреченская городская больница»,
 г. Междуреченск, Россия, Mezhdurechensk City Hospital,
 Mezhdurechensk, Russia

Описан пример выживаемости пострадавшего с тяжелыми повреждениями бедра и голени. Шахтер в течение 6 суток находился изолированным в шахте без пищи и воды. Последующее этапное лечение привело к положительному исходу.

Цель – ознакомиться с возможностями организма человека в экстремальных условиях.

Материалы и методы. Анализ проводился на основании случая, произошедшего в Кузбассе с шахтером 52 лет, пострадавшим при техногенной катастрофе на шахте «Распадская-Коксовая». Состояние пострадавшего рассценивалось как тяжелое, обусловленное скелетной травмой, шоком, обезвоживанием средней степени тяжести, переохлаждением.

Результаты. При всей совокупности неблагоприятных факторов у пациента не развились необратимые изменения витальных функций, нарушения гемодинамики не было, водно-электролитный и кислотно-основной баланс восстановился в течение ближайших суток. Более длительный период заняла коррекция нарушений свертывающей системы – 4 недели. Необычным в течение протекающего посттравматического периода было отсутствие гнойно-воспалительных реакций в поврежденной конечности в течение первых 10 суток после травмы.

Заключение. Приведенный пример показывает колоссальные возможности адаптации человеческого организма к тяжелым повреждениям в экстремальных, неблагоприятных условиях. Важным звеном этого процесса является психоэмоциональная составляющая пострадавших, их готовность бороться за себя, свою жизнь. Считаем, что на это необходимо обратить особое внимание при ознакомлении сотрудников с техникой безопасности и правилами оказания само- и взаимопомощи при экстремальных ситуациях. Внедренные алгоритмы организации поисковых спасательных работ и оказания специализированной медицинской помощи пострадавшим при техногенных авариях в шахтах являются эффективными и позволяют не только сохранить жизнь, но и обеспечить их максимальную реабилитацию.

Ключевые слова: шахтовая травма; политравма.

An example of the survival of a victim with severe injuries of the thigh and lower leg is described. The miner stayed at the mine without food and water for 6 days. Subsequent staged treatment led to a positive outcome.

Objective – to present the capabilities of the human body in extreme conditions.

Materials and methods. The analysis was conducted on the basis of the case of the miner who had suffered after an industrial disaster at Raskpaskaya-Koksovaya Mine. The condition of the victim was regarded as severe, due to skeletal trauma, shock, moderate dehydration, and hypothermia.

Results. Despite the totality of adverse factors, the patient did not develop irreversible changes in vital functions. There was no hemodynamic disturbance. The water-electrolyte and acid-base balance was restored within the next day. A longer period was taken by the correction of disorders of the coagulation system – 4 weeks. During the ongoing post-traumatic period, an unusual event was the absence of purulent-inflammatory reactions in the injured limb during the first 10 days after injury.

Conclusion. The given example shows the colossal possibilities of adaptation of the human body to severe injuries in extreme and unfavorable conditions.

An important link in this process is the psycho-emotional component of victims, their willingness to struggle for themselves and their lives. We believe that special attention should be paid to this when familiarizing employees with safety precautions and the rules for providing self- and mutual assistance in emergency situations.

The implemented algorithms for organizing the provision of search and rescue operations and the provision of specialized medical care to victims of man-made accidents at mines are effective and allow not only to save lives, but also to ensure their maximum rehabilitation.

Key words: injury at mine; polytrauma.

Техногенные (аварии на шахтах) и природные катастрофы (землетрясения), сопровождающиеся сложными условиями поиска пострадавших, тяжелыми травмами, длительным периодом нахождения пострадавших без оказания медицинской помощи, неблагоприятными условиями жизни и отсутствием



Для цитирования: Агаджанян В.В., Кравцов С.А., Агаларян А.Х., Богданов С.В., Баховудинов А.Х.. КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ ТЯЖЕЛОЙ ШАХТОВОЙ ТРАВМЫ // ПОЛИТРАВМА / POLYTRAUMA. 2023. № 1, С. 61-67.

Режим доступа: <http://poly-trauma.ru/index.php/pt/article/view/452>

DOI: 10.24412/1819-1495-2023-1-61-67

элементарных средств существования, зачастую сводят на нет все усилия по спасению жизни людей, оказавшихся в таких ситуациях. Даже при раннем обнаружении этих пострадавших остается множество проблем, связанных с грубыми, нередко не разрешимыми изменениями, происходящими в организме пострадавших вследствие декомпенсации основных витальных функций [1, 2].

Если не касаться характера и степени тяжести травматических повреждений, среди множества факторов, влияющих на степень сохранности компенсаторных возможностей, ведущими становятся «второстепенные»: обезвоживание, гипотермия, психоэмоциональная стабильность человека, оказавшегося в экстремальных условиях. Случаи нахождения людей с травмами в завалах после техногенных, природных катастроф на 6-е сутки и в более поздние сроки крайне редки. Несмотря на тяжесть состояния пострадавших в результате полученных травм, длительное нахождение под завалами без воды, еды, ограничение подвижности, низкую температуру окружающей среды, позднее оказание медицинской помощи, имеющиеся нарушения витальных функций имели обратимый характер, пациенты выжили [3-5].

Цель — ознакомить с возможностями организма человека в экстремальных условиях.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследование соответствует Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» (2013 г.) и «Правилам клинической практики в Российской Федерации», утвержденным Приказом Минздрава РФ от 19.06.2003 г. № 266. Пациент дал информированное согласие на публикацию клинического наблюдения в открытой печати.

Анализ проводился на основании случая, произошедшего в Кузбассе с шахтером 52 лет, пострадавшим при техногенной катастрофе на шахте «Распадская-Коксовая».

В районе г. Междуреченска, рядом с шахтой «Распадская-Коксовая» 05.07.2022 произошло землетрясение силой более 3 баллов, которое спровоцировало частичное обрушение горных выработок на глубине 500 м. Почти все работающие в эту смену под землей в течение суток были выведены на поверхность, тем не менее, поиски пострадавших, оказавшихся в завале, продолжались. Машинист буровой установки на участке дегазации оказался заблокированным завалом, в «каменном мешке».

Горноспасатели добрались до шахтера только спустя шесть суток. 12.07.2022 в 03:00 в диспетчерскую санавиации Кузбасского клинического центра охраны здоровья шахтеров (ГБУЗ ККЦОЗШ) поступило телефонное сообщение о том, что в завале есть выживший шахтер. Поскольку существуют данные, что после длительного нахождения в завале у пострадавших развивается краш-синдром с печальным исходом, принято решение о немедленном выезде за пострадавшим в г. Междуреченск. Пациент после извлечения из-под завала бригадой ВГСЧ был доставлен в городскую больницу г. Междуреченска.

Состояние пострадавшего оценивалось как тяжелое, обусловленное скелетной травмой (закрытый перелом правого бедра, открытый перелом правой голени, закрытая не осложненная травма грудной клетки, множественные ушибы, ссадины по всей поверхности тела), шоком, обезвоживанием средней степени тяжести, переохлаждением.

Больной был в сознании, неадекватен, эйфоричен. Периодически эпизоды возбуждения сменялись депрессией. Основные жалобы на боли в правой поврежденной нижней конечности и жажду.

При осмотре телосложение правильное, нормального питания. Кожные покровы бледные, видимые слизистые бледно-розовые, сухие, тургор кожи снижен, морщинистая, конечности холодные, с элементами мраморности, отеков нет.

Дыхание самостоятельное, воздухом, ЧД = 18-22 в мин. В легких дыхание жесткое, выслушивается

над всеми легочными полями, сохраняется незначительное ослабление в нижних боковых отделах с обеих сторон, больше справа, хрипов нет. SpO₂ = 93-94 %.

Тоны сердца ясные, ритмичные. Гемодинамика стабильна, NIBP = 110-115/70-80 мм Hg, HR = 124-132 б/м.

Живот обычной конфигурации, мягкий, на пальпацию не реагирует, перистальтика выслушивается.

Последний раз мочился около суток назад. Температура тела — 36,0-36,2 °С.

Локально: правая нижняя конечность фиксирована импровизированной шиной. Повязка в области правого голеностопного сустава незначительно промокла серозным отделяемым (рис. 1, 2).

Выполнено обезболивание наркотическими анальгетиками, правая нижняя конечность уложена в правильное положение, и проведена смена импровизированной, выполненной из подручных средств шины на шину Беллера, обработка и перевязка раневых поверхностей. Начата инфузионная терапия.

Комплекс интенсивной терапии (в/в введение изотонического раствора натрия и в/м обезболивание наркотическими анальгетиками) начат при подъеме на поверхность и продолжался во время всей транспортировки в ГБУЗ ККЦОЗШ.

Субкомпенсированное состояние больного позволило в условиях проводимой инфузионной терапии кристаллоидами и постоянного мониторинга функций жизненно важных систем осуществить эвакуацию силами «санавиации» (реанимационная бригада, реанимобиль) в ГБУЗ ККЦОЗШ.

Из рассказа пациента: *«Я просто иду и вижу, как буквально в пяти метрах от меня внезапно подлетает почва и разом захлопывается вся выработка. Зрелище ... незабываемое, хотя пережить его во второй раз я, конечно, не хотел бы. Меня отбросило ударной волной, скорее всего, я ненадолго потерял сознание. Когда очнулся, дотянулся до фонаря, увидел, что повсюду стоит пыль и нигде не уходит, то есть в это место снаружи не поступает воздух. Надел респиратор, чтобы дышать.*

Стал оценивать обстановку, понял, что нахожусь в замкнутом пространстве шириной около пары метров и в высоту метра полтора. У себя на груди увидел сапог, сначала удивился: не мог понять, как он здесь оказался. А потом осознал, что это мой сапог. То есть у меня правую ногу в бедре сломало и так сильно выгнуло. Я подумал, что раз нет боли, не чувствую, значит у меня шок и надо попытаться вернуть ногу в относительно нормальное положение. Разогнул ее, чуть развернул, положил. Постепенно стала приходить боль, особенно сильно она ощущалась в области стопы на той же ноге. Тогда я еще подумал, что там сильный ушиб.

Боль все усиливалась, и на вторые сутки я понял, что нужно целиком осмотреть ногу. Стал срезать ножом одежду и сапог. Нож, кстати, не входит в шахтерскую амуницию, а носить его с собой мне еще в 90-е, в Казахстане, посоветовал горняк-ветеран. Этот совет в итоге мне спас жизнь. Когда освободил стопу, она раз — и просто-напросто чуть не отвалилась. Оказалось, не ушиб, а открытый перелом. К счастью, кровотечения на тот момент уже не было. Кровь поначалу, конечно шла, но ее впитала портянка, которая потом была в качестве повязки, зажавшей рану и остановившей кровотечение. У меня с собой был перевязочный пакет, я обмотал ногу в области стопы и стал заниматься бедром. Начал делать для него шину. Рядом со мной оказалась деревянная катушка от кабеля, отодрал с нее пару досточек, примерил, увидел, что они большеваты. Отпил ножом лишнее — на верное, сутки этим занимался. Потом приложил к ноге, обмотал металлизированным скотчем (его выдают горнякам, работающим на участке дегазации, для устранения повреждений в трубах). В таком положении нога оставалась все время, пока не нашли меня.

Я всегда беру с собой на смену несколько конфет. Это мне тоже еще много лет назад посоветовал делать старый шахтер в Казахстане. Просто, на всякий случай.

Рисунок 1
Пострадавший при поступлении в приемное отделение Междуреченской городской больницы. Самостоятельная фиксация пациентом перелома бедренной кости и голеностопного сустава
Figure 1
The patient upon admission to the emergency department of Mezhdurechensk City Hospital. Self-fixation by a patient of a fracture of the femur and ankle joint



Рисунок 2
Осмотр пострадавшего при поступлении в приемное отделение Междуреченской городской больницы. Повреждение голени
Figure 2
Examination of the patient upon admission to the emergency department of Mezhdurechensk City Hospital. Leg injury



Эти пять карамелек были моей пищей. Примерно раз в сутки я съедал по одной конфете. Но больше мучила жажда.

На смену я выходил с полной литровой флягой воды. Около 2/3 выпил, пока работал, получается оставалось миллилитров 300. Их под завалом я старался растянуть максимально, хотя очень хотелось и напиться сразу, и на лицо полить. Но понимал, что, чем дольше есть вода, тем больше возможности продержаться. Я даже не пил, а чуть

смачивал язык, губы, десны, этого было достаточно. В итоге ее мне хватило примерно на четыре дня. Последние двое суток стал во флягу собирать мочу, пил ее.

Когда услышал шум работающих горноспасателей, не сразу поверил, что меня нашли, начал кричать, что я живой, голоса почти не было».

Время транспортировки составило 2 часа 50 минут, расстояние — 230 км. Во время транспортировки проводилась инфузия растворами кристаллоидов (раствор NaCl

0,9% — 300,0, стерофундин изотонический — 1500,0) и обезболивание — промедол 2% — 1,0 в/м. Состояние больного во время и после эвакуации оставалось тяжелым, но с четкой тенденцией к стабилизации.

При поступлении в стационар проведено детальное обследование.

Больной в сознании, контактен, сохраняется снижение критики к своему состоянию, заторможен. Жалобы на боли в области правого бедра, правого голеностопного сустава.

Грудная клетка правильной формы, симметричная, равномерно участвует в акте дыхания, при пальпации безболезненная. При аускультации в легких дыхания выслушивается по всем легочным полям. Гемодинамика стабильная. АД — 130/90 мм рт. ст. Пульс — 96 уд. в минуту. Живот мягкий, перистальтика сохранена, при пальпации мягкий, безболезненный.

Локально: при осмотре в области правого бедра отек, деформация. При пальпации резкая болезненность в средней трети, патологическая подвижность, костная крепитация.

В области правого голеностопного сустава отек, деформация. Правая стопа в положении наружного подвывиха. По внутренней поверхности сустава в проекции внутренней лодыжки рана размером до 10 см, обильно загрязненная угольной пылью. В ране некротизированные ткани. Нарушения кровоснабжения и иннервации конечности нет.

Отмечаются клинические проявления тромбоза глубоких вен: выраженная отечность правой нижней поверхности, синюшность кожных покровов.

В приемном отделении взяты анализы, выполнена рентгенография: грудной клетки, таза, правого бедра, правой голени с голеностопным суставом.

Лабораторно: сгущение крови (эритроциты — $4,28 \times 10^{12}/л$, HGB — 129 г/л, HCT — 42 %), умеренный лейкоцитоз (WBC — $12 \times 10^9/л$) без принципиальных изменений формулы крови, тромбоцитоз (PTL — 488), электролиты на верхних пределах нормальных

значений (Na — 150 ммоль/л, Cl — 111 ммоль/л, K — 4,5 ммоль/л), уровень шлаков незначительно повышен (креатинин — 101 ммоль/л, мочевины — 8,2 ммоль/л). По данным КОС тенденция к метаболическому ацидозу (pH — 7,22; PO_2 — 42 мм рт. ст.; PCO_2 — 30 мм рт. ст.; BE — 12,8 %). Тенденция к гиперкоагуляции (MHO 0,9) и гипергликемии (сахар крови — 8,5 моль/л).

Пациент осмотрен хирургом, нейрохирургом, реаниматологом.

Диагноз: «Политравма. Закрытый перелом диафиза правой бедренной кости в средней/3. Открытый перелом наружной лодыжки правой голени. Наружный вывих правой стопы. Инфицированная гнойно-некротическая рана, артрит правого голеностопного сустава. Тромбоз глубоких вен правой нижней конечности. Ушиб. Ссадины грудной клетки, верхних конечностей, лица. Сотрясение головного мозга. Обезвоживание средней степени тяжести» (рис. 3, 4).

По экстренным показаниям пациенту выполнена операция: первичная хирургическая обработка раны области правого голеностопного сустава, некрэктомия, резекция внутренней лодыжки, дренирование раны. Наложена система скелетного вытяжения за правую пяточную кость (рис. 5, 6).

В течение трех суток пациент находился на лечении в отделении реанимации, где проводилась коррекция вводно-электролитных нарушений, антибактериальная, симптоматическая терапия. После стабилизации состояния переведен в профильное отделение, где была продолжена симптоматическая терапия, скелетное вытяжение за правую нижнюю конечность. Осуществлялись перевязки.

Несмотря на проводимое лечение, по задней и наружной поверхности дистальной/3 правой голени сформировался гнойный затек, в связи с чем 27.07.2022 выполнена операция: вторичная хирургическая обработка раны, вскрытие гнойного затека задней и наружной поверхности правой голени. Чрезкостный остеосинтез голени и правого голеностопного сустава аппаратом внешней фиксации.

Рисунок 3
R-грамма бедренной кости
Figure 3
X-ray image of the femur



Рисунок 4
R-графия голеностопного сустава
после вправления вывиха
Figure 4
X-ray image of the ankle joint
after reduction of dislocation



Рисунок 5

Голеностопный сустав перед
первичной хирургической
обработкой

Figure 5

Ankle joint before primary
surgical treatment



Рисунок 8

Р-графия бедренной кости после
остеосинтеза пластиной

Figure 8

X-ray image of the femur after
osteosynthesis with the plate



Были продолжены перевязки, антибактериальная терапия. Воспалительный очаг отграничился, в области наружной лодыжки сформировался секвестр.

12.08.2022 проведена вторичная хирургическая обработка раны наружной поверхности голени, резекция наружной лодыжки и

Рисунок 6

Голеностопный сустав после
первичной хирургической
обработки

Figure 6

Ankle joint after primary surgical
treatment



Рисунок 9

Р-графия голеностопного
сустава. Состоявшийся анкилоз

Figure 9

X-ray image of the ankle joint.
Completed ankylosis



суставных поверхностей таранной и большеберцовой кости с целью формирования костного анкилоза голеностопного сустава. Остеосинтез аппаратом Илизарова (рис. 7).

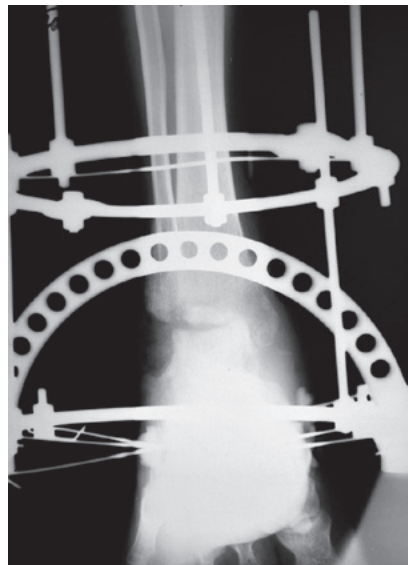
На фоне проводимого лечения рана в области голени активно гранулировалась, воспалительный процесс купировался.

Рисунок 7

Р-графия голеностопного сустава
после артродеза аппаратом
Илизарова

Figure 7

X-ray image of the ankle joint
after arthrodesis with Ilizarov
apparatus



28.08.2022 выполнена операция: открытая репозиция, остеосинтез перелома правой бедренной кости пластиной (рис. 8). Пациент осмотрен реабилитологом, выбрана индивидуальная программа реабилитации.

Пациент активизировался, передвигался на костылях, выписан на амбулаторное лечение на 80-е сутки после поступления.

Костный анкилоз в области правого голеностопного сустава состоялся через 130 дней после операции, аппарат внешней фиксации демонтирован, опорная функция конечности восстановлена (рис. 9).

ОБСУЖДЕНИЕ

Судя по характеру имевшихся повреждений, кровопотеря составляла до 1 литра, в совокупности с длительностью «безводного» периода (5 суток) была выставлена средняя степень обезвоживания. Это подтверждает как характер клинических изменений (слабость, недомогание, постоянная жажда, скудное количество мочи), так и лабораторные данные при поступлении в стационар (сгущение крови (эритроциты — $4,28 \times 10^{12}/л$, HGB — 129 г/л, HCT — 42 %), умеренный

лейкоцитоз ($WBC - 12 \times 10^9/\text{л}$) без принципиальных изменений формулы крови, тромбоцитоз ($PTL - 488$), электролиты на верхних пределах нормальных значений ($Na - 150$ ммоль/л, $Cl - 111$ ммоль/л, $K - 4,5$ ммоль/л), незначительно повышенный уровень шлаков (креатинин — 101 ммоль/л, мочевины — $8,2$ ммоль/л), тенденция к метаболическому ацидозу по данным КОС ($pH - 7,22$; $PO_2 - 42$ мм рт. ст.; $PCO_2 - 30$ мм рт. ст.; $BE - 12,8 \%$), тенденция к гиперкоагуляции ($MHO 0,9$) и гипергликемии (сахар крови — $8,5$ ммоль/л).

Тем не менее, при такой совокупности неблагоприятных факторов у пациента не только не развились необратимые изменения витальных функций (объем ОЦК требовал минимальной коррекции — инфузионная терапия в первые сутки проводилась из расчета 20 мл/кг веса + объем физиологических суточных потребностей, в последующем он зависел от характера

оперативных вмешательств и связанной с ним кровопотери), но и не было нарушения гемодинамики, водно-электролитный и кислотно-основной баланс восстановился в течение ближайших суток. Более длительный период заняла коррекция нарушений свертывающей системы — 4 недели, но для такого характера травмы это скорее норма, чем что-то необычное. Необычным в течении протекающего посттравматического периода было отсутствие гнойно-воспалительных реакций в поврежденной конечности в течение первых 10 суток после травмы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приведенный пример показывает колоссальные возможности адаптации человеческого организма к тяжелым повреждениям в экстремальных, неблагоприятных условиях.

Важным звеном этого процесса является психоэмоциональная

составляющая пострадавших, их готовность бороться за себя, свою жизнь. Считаем, что на это необходимо обратить особое внимание при ознакомлении сотрудников с техникой безопасности и правилами оказания само- и взаимопомощи при экстремальных ситуациях.

Внедренные алгоритмы организации оказания поисковых спасательных работ и оказания специализированной медицинской помощи пострадавшим при техногенных авариях в шахтах являются эффективными и позволяют не только сохранить жизнь, но и обеспечить максимальную реабилитацию пострадавших.

Информация о финансировании и конфликте интересов

Исследование не имело спонсорской поддержки.

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

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Agadzhanian VV, Pronskikh AA, Ustyantseva IM, Agalaryan AKh, Kravtsov SA, Krylov YuM, et al. Polytrauma. Novosibirsk: Nauka Publ., 2003. 494 p. Russian (Агаджанян В.В., Пронских А.А., Устьянцева И.М., Агаларян А.Х., Кравцов С.А., Крылов Ю.М. и др. Политравма. Новосибирск: Наука, 2003. 494 с.)
2. Agadzhanian VV, Ustyantseva IM, Pronskikh AA, Kravtsov SA, Novokhonorov AV, Agalarian AKh, Milukov AYU, Shatalin AV. Polytrauma. An acute management and transportation. Novosibirsk: Science, 2008. 320 p. Russian (Агаджанян В.В., Устьянцева И.М., Пронских А.А., Кравцов С.А., Новокшенов А.В., Агаларян А.Х., Милуков А.Ю., Шаталин А.А. Политравма. Неотложная помощь и транспортировка. Новосибирск: Наука, 2008. 320 с.)
3. Kravtsov SA, Shatalin AV, Agadzhanian VV, Skopintsev DA. Evaluation of transportability in patients with polytrauma during interhospital transportation. *Ambulance*. 2011; 2: 20-25. Russian (Кравцов С.А., Шаталин А.В., Агаджанян В.В., Скопинцев Д.А. Оценка транспортабельности у пациентов с политравмой при межгоспитальной транспортировке // Скорая медицинская помощь. 2011. № 2. С. 20-25.)
4. Agadzhanian VV, Kravtsov SA, Shatalin AV, Skopintsev DA. Criteria for assessing the severity of the condition of patients with polytrauma during interhospital transportation. *Polytrauma*. 2012; 1: 5-11. Russian (Агаджанян В.В., Кравцов С.А., Шаталин А.В., Скопинцев Д.А. Критерии оценки тяжести состояния пациентов с политравмой при межгоспитальной транспортировке // Политравма. 2012. № 1. С. 5-11.)
5. Agadzhanian VV, Pronskikh AA, Kravtsov SA, Shatalin AV. Organization of care for patients with polytrauma in a large industrial region. Modernization of care for patients with severe concomitant trauma: TRAUMA 2013 (Electronic resource): Anniversary international scientific and educational conference dedicated to the 80th anniversary of the department of traumatology, orthopedics and

military field surgery of Pirogov Russian National Research Medical University, to 10th anniversary of the department of traumatology and orthopedics of Institute of Postgraduate Education of Federal Scientific and Clinical Center of Russia, Moscow, 7-8 November 2013. Pirogov Russian National Research Medical University. Moscow, 2013. Russian (Агаджанян В.В., Пронских А.А., Кравцов С.А., Шаталин А.В. Организация помощи больным с политравмой в крупном промышленном регионе. Модернизация помощи больным с тяжелой сочетанной травмой: TRAUMA 2013 (Электронный ресурс): юбилейная международная научно-образовательная конференция, посвященная 80-летию кафедры травматологии, ортопедии и ВПХ РНИМУ им. Н.И. Пирогова, 10-летию кафедры травматологии, ортопедии ИПК ФМБА России, г. Москва, 7-8 ноября 2013 г. /РНИМУ им. Н.И. Пирогова. Москва, 2013.)

Сведения об авторах:

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

Кравцов С.А., д.м.н., заведующий отделением реанимации и интенсивной терапии, ГБУЗ «Кузбасский клинический центр охраны здоровья шахтеров имени святой великомученицы Варвары», г. Ленинск-Кузнецкий, Россия.

Агаларян А.Х., д.м.н., главный врач ГБУЗ «Кузбасский клинический центр охраны здоровья шахтеров имени святой великомученицы Варвары», г. Ленинск-Кузнецкий, Россия.

Богданов С.В., к.м.н., заведующий отделением травматологии и ортопедии № 1, ГБУЗ «Кузбасский клинический центр охраны здоровья шахтеров имени святой великомученицы Варвары», г. Ленинск-Кузнецкий, Россия.

Баховудинов А.Х., к.м.н., главный врач ГБУЗ «Междуреченская городская больница», г. Междуреченск, Россия.

Адрес для переписки:

Агаджанян Ваграм Ваганович, ГБУЗ ККЦОЗШ, ул. 7 Микрорайон, № 9, г. Ленинск-Кузнецкий, Кемеровская область, Россия, 652509

Тел: +7 (384-56) 2-40-50

E-mail: 07-gauz-okcozsh@kuzdrav.ru

Статья поступила в редакцию: 15.02.2023

Рецензирование пройдено: 27.02.2023

Подписано в печать: 01.03.2023

Information about authors:

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

Kravtsov S.A., MD, PhD, chief of intensive care unit, Kuzbass Clinical Center of Miners' Health Protection named after The Holy Great Martyr Barbara, Leninsk-Kuznetsky, Russia.

Agalaryan A.Kh., MD, PhD, chief physician, Kuzbass Clinical Center of Miners' Health Protection named after The Holy Great Martyr Barbara, Leninsk-Kuznetsky, Russia.

Bogdanov S.V., candidate of medical sciences, chief of traumatology and orthopedics unit No. 1, Kuzbass Clinical Center of Miners' Health Protection named after The Holy Great Martyr Barbara, Leninsk-Kuznetsky, Russia.

Bahovudinov A.Kh., candidate of medical sciences, chief physician, Mezhdurechensk City Hospital, Mezhdurechensk, Russia.

Address for correspondence:

Agadzhanian Vagram Vaganovich, Kuzbass Clinical Center of Miners' Health Protection named after The Holy Great Martyr Barbara, 7th district, 9, Leninsk-Kuznetsky, Kemerovo region, Russia, 652509

Tel: +7 (384-56) 2-40-50

E-mail: 07-gauz-okcozsh@kuzdrav.ru

Received: 15.02.2023

Review completed: 27.02.2023

Passed for printing: 01.03.2023

АРТЕРИОВЕНОЗНАЯ ФИСТУЛА – РЕДКОЕ ОСЛОЖНЕНИЕ СОЧЕТАННОЙ ТРАВМЫ, ПОЛУЧЕННОЙ В ДЕТСТВЕ

ARTERIOVENOUS FISTULA AS A RARE COMPLICATION OF CONCOMITANT INJURY SUSTAINED IN CHILDHOOD

Григорьев С.Е. Grigoriev S.E.
Новожилов А.В. Novozhilov A.V.
Иноземцев Е.О. Inozemtsev E.O.
Григорьев Е.Г. Grigoriev E.G.

ФГБОУ ВО «Иркутский государственный
медицинский университет»,

ФГБНУ «Иркутский научный центр
хирургии и травматологии»,
г. Иркутск, Россия

Irkutsk State Medical University,

Irkutsk Scientific Centre
of Surgery and Traumatology,
Irkutsk, Russia

Цель публикации – обсуждение особенностей диагностики и лечения посттравматической фистулы в воротах селезенки, осложненной желудочным кровотечением.

Материал и методы. Представлено наблюдение пациента 38 лет с рецидивирующим желудочным кровотечением, причиной которого оказалась посттравматическая артериовенозная фистула в бассейне селезеночных сосудов вследствие спортивной торакоабдоминальной травмы, полученной в возрасте 13 лет. Артериовенозная фистула осложнилась сегментарной портальной гипертензией, варикозным расширением вен дна и тела желудка, что стало источником рецидивирующей геморрагии.

Результаты. Диагноз установлен на основании данных ангио-МСКТ и целиакографии. Выполнено органосохраняющее вмешательство – селективная окклюзия селезеночной артерии. Нормализован портальный кровоток. Функция селезенки сохранена в полном объеме.

Выводы. Современная тактика при закрытых повреждениях селезенки у детей предполагает консервативное лечение. Для исключения травмы магистральных сосудов и артериовенозного сообщения рекомендуется обязательное выполнение МСКТ-ангиографии.

Общепринятым методом лечения посттравматической артериовенозной фистулы является перевязка селезеночных артерии и вены, спленэктомия. Однако рентгеноэндоваскулярная окклюзия селезеночной артерии является эффективным альтернативным методом лечения, позволяющим сохранить орган и его функцию.

Ключевые слова: сочетанная травма; артериовенозная фистула; портальная гипертензия; желудочное кровотечение.

Objective – discussion of the features of diagnosis and treatment of post-traumatic fistula in the hilum of the spleen, complicated by gastric bleeding.

Material and methods. A 38-year-old patient suffered recurrent gastric bleeding, the cause of which turned to be a posttraumatic arteriovenous fistula in the splenic vascular system developed as the result of thoracoabdominal sports trauma received at the age of 13 years. Arteriovenous fistula was complicated by segmental portal hypertension, and varicose veins of the stomach bottom and body, which proved to be a source of recurrent hemorrhage.

Results. The diagnosis was made on the basis of multispiral computed tomography and celiacography. The patient underwent organ-preserving intervention – a selective occlusion of the splenic artery. Portal blood flow was normalized. The function of the spleen was preserved in full.

Conclusion. Current management policy for closed injuries of the spleen in children implies conservative treatment. MSCT-angiography is required to exclude injury to the main vessels and arteriovenous communication.

The generally accepted method of treatment of posttraumatic arteriovenous fistula is ligation of splenic artery and splenic vein, and splenectomy. However, roentgen-endovascular occlusion of the splenic artery is an effective alternative method of treatment that allows preserving the organ and its function.

Key words: polytrauma; arteriovenous fistula; portal hypertension; gastric bleeding.

При абдоминальной травме к наиболее тяжелой группе относятся пациенты с повреждением магистральных сосудов живота. Большая часть из них погибает на месте происшествия от кровотечения. В стационар доставляют 20 % пострадавших. Послеоперационная летальность достигает 33,3 % [1].

По данным Иркутской областной клинической больницы, в структуре абдоминальной травмы повреждение магистральных сосудов встречается в 3,9 % случаев. В 6,1 % оно становится причиной смерти на догоспитальном этапе [2].

Впервые посттравматическую фистулу при аутопсии обнаружил немецкий патологоанатом Weigert

в 1886 году. После этого описано еще 43 наблюдения [3].

Патологическое сообщение селезеночных артерии и вены может длительное время не сопровождаться клинической симптоматикой, однако по мере развития портальной гипертензии и варикозного расширения вен оно проявляется желудочным кровотечением.

Для цитирования: Григорьев С.Е., Новожилов А.В., Иноземцев Е.О., Григорьев Е.Г. АРТЕРИОВЕНОЗНАЯ ФИСТУЛА – РЕДКОЕ ОСЛОЖНЕНИЕ СОЧЕТАННОЙ ТРАВМЫ, ПОЛУЧЕННОЙ В ДЕТСТВЕ // ПОЛИТРАВМА / POLYTRAUMA. 2023. № 1, С. 68-71.

Режим доступа: <http://poly-trauma.ru/index.php/pt/article/view/377>

DOI: 10.24412/1819-1495-2023-1-68-71

Наиболее распространенный метод лечения посттравматической артериовенозной фистулы — перевязка селезеночных артерии и вены, спленэктомия. Альтернативным решением считается эндоваскулярная окклюзия селезеночной артерии.

Цель публикации заключается в обсуждении особенностей диагностики и лечения посттравматической фистулы в воротах селезенки, осложненной желудочным кровотечением.

КЛИНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ

Клинический случай описан на основании подписания информированного согласия пациентом и разрешения этического комитета ГБУЗ «Иркутская областная клиническая больница» (протокол заседания № 128 от 15.02.2022 г.) в соответствии с этическими стандартами, разработанными в соответствии с Хельсинкской декларацией Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» с поправками 2013 г. и «Правилами клинической практики в Российской Федерации», утвержденными Приказом Минздрава РФ от 19.06.2003 г. № 266.

Пациент 38 лет поступил в клинику 30.01.2021 через 3 часа от начала заболевания с жалобами на боли в животе, слабость, рвоту кровью. Вирусные инфекции (гепатит, ВИЧ) отрицал. В возрасте 13 лет перенес спортивную закрытую торакоабдоминальную травму. Были установлены разрыв почки и подкапсульная гематома селезенки, повреждение реберного каркаса. После люмботомии ушита рана почки. Решено, что повреждение селезенки не требовало хирургического вмешательства. В 2020 году переболел Covid-19.

Рост — 183 см, вес — 120 кг (индекс массы тела — 35,9). При поступлении находился в сознании, кожа и губы бледно-розовые. Частота дыхания — 18 в минуту. Грудная клетка при пальпации безболезненная, дыхание везикулярное, ослаблено в задних нижних отделах. Живот увеличен в объеме за счет подкожной жировой клетчатки, при пальпации

мягкий, безболезненный во всех отделах, перитонеальных симптомов нет. Per rectum — мелена. Артериальное давление — 110/70 мм рт. ст., пульс — 88 в минуту.

Общий анализ крови: гемоглобин — 120 г/л, эритроциты — $4,07 \times 10^{12}$, гематокрит — 37 %, лейкоциты — $8,4 \times 10^9$, тромбоциты — 151×10^9 . Биохимический анализ крови: мочевины — 14,29 ммоль/л, общий билирубин — 8,92 мкмоль/л, прямой — 3,85 мкмоль/л, АЛТ — 24,5 МЕ/л, АСТ — 13,5 МЕ/л.

Предварительный диагноз: «Цирроз печени, варикозное расширение вен пищевода, осложненное кровотечением».

Ультразвуковое исследование: печень осмотрена фрагментами, увеличена. Косой вертикальный размер — 18,0 см, толщина левой доли — 8,0 см. Контуры ровные. Эхогенность повышена. Структура неоднородная. Воротная вена не визуализирована. Нижняя полая вена обычного диаметра, коллабируется. Селезенка лоцируется фрагментами, $13,6 \times 8,6$ см, площадь — 92 см². Структура однородная, очаговых изменений не отмечено. Селезеночная вена не контрастируется.

Фиброгастродуоденоскопия: в желудке темная кровь без сгустков. Кровотечение не продолжается. В дне и верхней трети тела желудка

обнаружены варикозно расширенные вены (ВРВ) диаметром около 0,5 см. На одной из них по большой кривизне — округлый дефект диаметром до 0,1 см, прикрытый сгустком. С учетом наличия ВРВ желудка без изменений слизистой оболочки пищевода заподозрен тромбоз селезеночной вены.

МСКТ-ангиография: утолщение стенки желудка по большой кривизне за счет гиподенсивного (27 ед. Н) образования с неотчетливыми контурами. В артериальную фазу в этой зоне визуализируются дилатированные, извитые сосуды, контрастированная кровь из которых поступает в селезеночную вену. Заключение: селезеночная артериовенозная фистула (рис. 1, 2).

04.02.2021 выполнена целиакография: устье чревного ствола на уровне Th12. Распределение на магистральные ветви обычное. В воротах селезенки обнаружена сосудистая мальформация. Катетер установлен в устье селезеночной артерии. Выполнена эндоваскулярная окклюзия съемной спиралью MReye® Flipper® 5 × 5. При контрольной ангиографии отмечается замедление кровотока по дистальным отделам селезеночной артерии (рис. 3, 4).

Болевой синдром купирован, рецидивов кровотечения не было.

Рисунок 1
МСКТ живота пациента 38 лет: артериовенозная фистула селезеночной артерии (1)
Figure 1
Multispiral computed tomography of the abdomen. Arteriovenous fistula of the splenic artery (1)

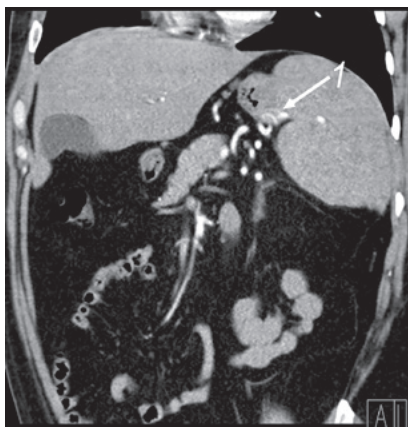
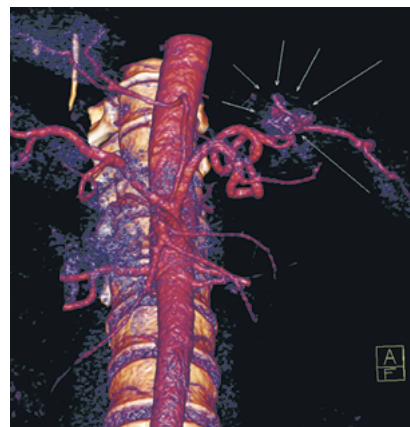


Рисунок 2
МСКТ: 3-D реконструкция селезеночной артерии: артериовенозная фистула селезеночной артерии (стрелки)
Figure 2
Multispiral computed tomography: 3-D reconstruction of the splenic artery. Arteriovenous fistula of the splenic artery (cursors)



Пациент анкетирован через год после выписки. Состояние удовлетворительное, диету не соблюдает, болей нет, работает по специальности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В структуре абдоминальной травмы у детей повреждение селезенки встречается в 60 % наблюдений [4] и осложняется псевдоаневризмой в бассейне селезеночных сосудов в 5,4 % случаев [5]. В обсуждаемом наблюдении артериовенозная фистула, первым проявлением которой было желудочное кровотечение, образовалась после закрытой торакоабдоминальной травмы в 13-летнем возрасте. Развитие сегментарной портальной гипертензии обусловило ВРВ желудка, кровотечение. Ключевым методом диагностики стала МСКТ, а лечения — суперселективная эндоваскулярная окклюзия селезеночной артерии. В результате удалось сохранить селезенку без нарушения ее функций, нормализовать портальное кровообращение и предупредить рецидив желудочного кровотечения.

ВЫВОДЫ

1. Современная тактика при закрытых повреждениях селезенки у детей предполагает консервативное лечение. Для исключения травмы магистральных сосудов и

Рисунок 3

Селективная ангиограмма. Селезеночная артерия. Артериальная и венозная фазы наступают одновременно: 1 — селезеночная артерия, 2 — селезеночная вена, 3 — артериовенозный свищ

Figure 3
Selective angiogram. Splenic artery. Arterial and venous and phases occur simultaneously: 1 — splenic artery, 2 — splenic vein, 3 — arteriovenous fistula



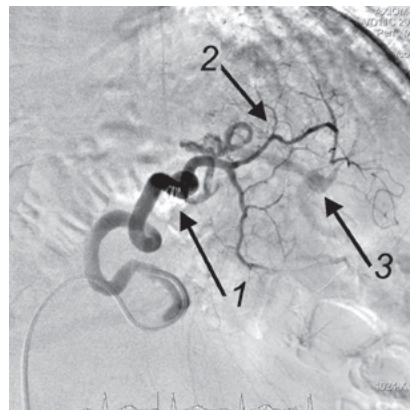
артериовенозного сообщения обязательно выполнение МСКТ-ангиографии.

2. Эффективной органосохраняющей альтернативой спленэктомии для лечения посттравматической артериовенозной фистулы следует считать рентгеноэндоваскулярную окклюзию селезеночной артерии.

Рисунок 4

Селективная ангиограмма. Селезеночная артерия после эндоваскулярной окклюзии: 1 — спираль в проекции АВФ, 2 — селезеночная артерия, 3 — селезеночная вена

Figure 4
Selective angiogram. Splenic artery after endovascular occlusion: 1 — spiral in the plane of arteriovenous fistula, 2 — splenic artery, 3 — splenic vein



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:

- Maskin SS, Aleksandrov VV, Matyukhin VV. Features of surgical tactics for injuries of abdominal and retroperitoneal major veins (review of literature). *Grekov's Bulletin of Surgery*. 2021; 180(2): 101-107. Russian (Маскин С.С., Александров В.В., Матюхин В.В. Особенности хирургической тактики при повреждении крупных артерий брюшной полости и забрюшинного пространства (обзор литературы) // Вестник хирургии имени И.И. Грекова. 2021. № 1. С. 111-117.) DOI: 10.24884/0042-4625-2021-180-1-111-117
- Grigoryev EG, Rasulov RI, Belkov YuA. Surgery of concomitant injuries of abdominal main vessels and organs. Novosibirsk: Nauka Publ., 2011. 184 p. Russian (Григорьев Е.Г., Расулов Р.И., Бельков Ю.А. Хирургия сочетанных повреждений магистральных сосудов и органов живота. Новосибирск: Наука, 2011. 184 с.)
- Tsygankov VN, Frantsevich AM, Varava AB, Kriger AG, Zhurenkova TV. Endovascular treatment of post-traumatic arteriovenous fistula of the splenic artery. *Pirogov Russian Journal of Surgery*. 2014; (3): 62-65. Russian (Цыганков В.Н., Францевич А.М., Варавва А.Б., Кригер А.Г., Журенкова Т.В. Рентгеноэндоваскулярное лечение посттравматической артериовенозной фистулы селезеночной артерии // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. 2014. № 3. С. 62-65.)

4. Abdominal trauma in children. Edited by Podkamenev VV, Rosin-ov VM, Grigoryev EG, Kozlov YuA. Moscow: GEOTAR-Media Publ., 2019. 240 p. Russian (Абдоминальные травмы у детей /под ред. В.В. Подкаменева, В.М. Розина, Е.Г. Григорьева, Ю.А. Козлова. Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2019. 240 с.)
5. Nonoperative treatment of splenic injuries in children. Edited by Podkamenev VV, Apartsin KA, Grygoriev EG. Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publ., 2015. 225 p. Russian (Неоперативное лечение повреждений селезенки в детском возрасте /под ред. В.В. Подкаменева, К.А. Апарцина, Е.Г. Григорьева. Саарбрюккен: LAP LAMBERT Academic Publ., 2015. 225 с.)

Сведения об авторах:

Григорьев С.Е., к.м.н., доцент кафедры госпитальной хирургии, ФГБОУ ВО ИГМУ Минздрава России; врач-хирург отделения портальной гипертензии, ГБУЗ ИОКБ, г. Иркутск, Россия.

Новожилов А.В., к.м.н., доцент кафедры госпитальной хирургии, ФГБОУ ВО ИГМУ Минздрава России; заведующий отделением портальной гипертензии, ГБУЗ ИОКБ, г. Иркутск, Россия.

Иноземцев Е.О., к.м.н., ассистент кафедры госпитальной хирургии, ФГБОУ ВО ИГМУ, врач-хирург, ГБУЗ ИОКБ, г. Иркутск, Россия.

Григорьев Е.Г., д.м.н., профессор, член-корреспондент РАН, заведующий кафедрой госпитальной хирургии, ФГБОУ ВО ИГМУ Минздрава России; научный руководитель ИНЦХТ, г. Иркутск, Россия.

Адрес для переписки:

Григорьев Евгений Георгиевич, ГБУЗ ИОКБ, мкр. Юбилейный, д. 100, г. Иркутск, Россия, 664049
Тел: +7-902-511-1027
e-mail: egg@iokb.ru

Статья поступила в редакцию: 16.01.2023

Рецензирование пройдено: 27.01.2023

Подписано в печать: 01.03.2023

Information about authors:

Grigoriev S.E., candidate of medical sciences, associate professor of hospital surgery department, Irkutsk State Medical University; surgeon of department of portal hypertension, Irkutsk Regional Clinical Hospital, Irkutsk, Russia.

Novozhilov A.V., candidate of medical sciences, associate professor of hospital surgery department, Irkutsk State Medical University; chief of department of portal hypertension, Irkutsk Regional Clinical Hospital, Irkutsk, Russia.

Inozemtsev E.O., candidate of medical sciences, assistant of hospital surgery department, Irkutsk State Medical University; surgeon, Irkutsk Regional Clinical Hospital, Irkutsk, Russia.

Grigoriev E.G., MD, PhD, professor, corresponding member of RAS, chief of hospital surgery department, Irkutsk State Medical University; scientific adviser of Irkutsk Scientific Centre of Surgery and Traumatology, Irkutsk, Russia.

Address for correspondence:

Grigoriev Evgeny Georgievich, Irkutsk Scientific Centre of Surgery and Traumatology, Yubileyniy district, 100, Irkutsk, Russia, 664049
Tel: +7-902-511-1027
E-mail: egg@iokb.ru

Received: 16.01.2023

Review completed: 27.01.2023

Passed for printing: 01.03.2023



МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НЕЙРОНОВ СЕНСОМОТОРНОЙ КОРЫ И ОЦЕНКА ПСИХОНЕВРОЛОГИЧЕСКОГО СТАТУСА КРЫС ПОСЛЕ ТЯЖЕЛОЙ ЧЕРЕПНО-МОЗГОВОЙ ТРАВМЫ (СООБЩЕНИЕ 1)

MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF NEURONS IN THE SENSORIMOTOR CORTEX AND ASSESSMENT OF THE NEUROPSYCHIATRIC STATUS OF RATS AFTER SEVERE TRAUMATIC BRAIN INJURY (REPORT 1)

Шоронова А.Ю. Shoronova A.Yu.
Акулинин В.А. Akulinin V.A.
Коржук М.С. Korzhuk M.S.
Степанов С.С. Stepanov S.S.
Макарьева Л.М. Makaryeva L.M.
Цускман И.Г. Tsuskman I.G.
Гирш А.О. Girsh A.O.

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

Цель – дать морфологическую характеристику нейронов сенсомоторной коры и оценить психоневрологический статус крыс через 1, 3, 7, 14 и 30 суток после тяжелой черепно-мозговой травмы.

Материалы и методы. Тяжелую черепно-мозговую травму (ТЧМТ) моделировали на половозрелых крысах-самцах линии Wistar путем удара свободно падающим с определенной высоты цилиндрическим грузом. Для морфологического исследования нейронов сенсомоторной коры (СМК) использовали гистологические (окраска гематоксилин-эозином, тионин по методу Ниссля) и морфометрические методы исследования. Оценка неврологического статуса осуществлялась при помощи балльной шкалы общего состояния, психометрической шкалы McGraw и неврологических тестов: открытое поле, установки позы, тест с вытягиванием лапы.

Результаты. Исследование показало, что показатель численной плотности нормохромных нейронов снижался на протяжении всего срока исследования и достигал минимальных значений в слое III СМК на 7-е сутки после ТЧМТ (77,5 %), а в слое V – на 14-е сутки (78,3 %). Были выявлены обратимые и необратимые дистрофические и некробиотические изменения нейронов, проявляющиеся в виде деформации ядра, эктопии ядрышка, тигролиза нислевского вещества, пикноза ядра, гидропической дистрофии с умеренной вакуолизацией, очаговым и субтотальным хроматоллизом, гиперхромией и гомогенизацией цитоплазмы. При этом снижалась общая численная плотность нейронов и увеличивалось содержание гиперхромных сморщенных нейронов, что свидетельствовало о необратимых изменениях в нервной ткани. Значительные неврологические изменения нейронов СМК отмечались только на 3-7-е сутки после ТЧМТ и в основном проявлялись нарушениями координации движений.

Заключение. Полученные данные о морфологических изменениях нейронов СМК после ТЧМТ дополнили информационную базу для изучения

Objective – to give morphological characteristics of sensorimotor cortex neurons and assess the neuropsychiatric status of rats after 1, 3, 7, 14 and 30 days after severe traumatic brain injury.

Materials and methods. Severe traumatic brain injury (STBI) was modeled on mature male Wistar rats by impact with a freely falling cylindrical load from a certain height. For the morphological study of neurons of the sensorimotor cortex (SMC), histological (hematoxylin-eosin staining, Nissl method) and morphometric methods were used. Neurological status was assessed using a general condition score scale, McGraw psychometric scale and neurological tests: open field, posture setting, paw stretching test.

Results. The study showed that the index of the number density of normochromic neurons decreased throughout the entire study period and reached the minimum values in layer III of SMC on day 7 after STBI (77.5 %), and in layer V on day 14 (78.3 %). Reversible and irreversible dystrophic and necrobiotic changes in neurons were identified, manifested as nucleus deformation, nucleolus ectopia, tigrolysis of the Nissl substance, nuclear pyknosis, hydroptic dystrophy with moderate vacuolization, focal and subtotal chromatolysis, hyperchromia and homogenization of the cytoplasm. At the same time, the total number density of neurons decreased and the content of hyperchromic shriveled neurons increased, which indicated irreversible changes in the nervous tissue. Significant neurological changes in the SMC neurons were noted only on days 3-7 after STBI and were mainly manifested by impaired coordination of movements.

Conclusions. The data obtained on the morphological changes in the SMC neurons after STBI supplemented the information base for studying

Для цитирования: Шоронова А.Ю., Акулинин В.А., Коржук М.С., Степанов С.С., Макарьева Л.М., Цускман И.Г., Гирш А.О. МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НЕЙРОНОВ СЕНСОМОТОРНОЙ КОРЫ И ОЦЕНКА ПСИХОНЕВРОЛОГИЧЕСКОГО СТАТУСА КРЫС ПОСЛЕ ТЯЖЕЛОЙ ЧЕРЕПНО-МОЗГОВОЙ ТРАВМЫ (СООБЩЕНИЕ 1) //ПОЛИТРАВМА / POLYTRAUMA. 2023. № 1, С. 72-82.

Режим доступа: <http://poly-trauma.ru/index.php/pt/article/view/455>

DOI: 10.24412/1819-1495-2023-1-72-82

структурно-функциональных механизмов перехода нейронов из обратимого в необратимое состояние и важны для понимания патогенеза посттравматической энцефалопатии. Выявленные после ТЧМТ изменения нейронов сочетались с расстройствами поведенческих реакций и неврологическим дефицитом функций двигательного анализатора в виде силовых, чувствительных и координационных нарушений.

Ключевые слова: черепно-мозговая травма; нейроны; сенсомоторная кора; психоневрологический статус; эксперимент.

the structural and functional mechanisms of the transition of neurons from a reversible to an irreversible state and are important for understanding the pathogenesis of post-traumatic encephalopathy. Changes in neurons detected after STBI were combined with disorders of behavioral reactions and a neurological deficit in the functions of the motor analyzer in the form of power, sensory and coordination disorders.

Key words: traumatic brain injury; neurons; sensorimotor cortex; neuropsychiatric status; experiment.

Черепно-мозговая травма (ЧМТ) представляет собой разновидность приобретенной ЧМТ, которая вызывается внешней механической силой, включая удар, удар или толчок в голову, или проникающую травму головы, может привести к временной или постоянной травме [1]. В современном обществе более 50 миллионов человек ежегодно страдают от ЧМТ в глобальном масштабе, половина из которых может страдать от одного или нескольких видов ЧМТ в течение жизни [2]. При этом травмы головного мозга являются одной из лидирующих причин смертности и инвалидизации лиц молодого и среднего возраста [3].

В патоморфологии ЧМТ значительную роль играют гипоксия и дисметаболические нарушения, приводящие непосредственно к повреждению нервных клеток [4]. Именно морфологические изменения головного мозга вследствие механического воздействия во многом определяют характер и выраженность последствий ЧМТ [5].

При моделировании травматического воздействия формируются две зоны, а именно: зона разрушения ткани мозга с кровоизлияниями — первичный травматический некроз и пограничная зона — вторичный посттравматический некроз [6]. В связи с этим актуальным является осуществление сравнительной характеристики нейронов сенсомоторной коры (СМК) для установления более полной картины морфологических изменений в результате тяжелой черепно-мозговой травмы (ТЧМТ). Нервная ткань, как наиболее молодая и высоко специализированная структура, особо чувствительна к повреждающим факторам, например, таким как гипоксия/ишемия, и необратимо реагирует на повреждение [7].

Степень неврологического и когнитивного дефицита после тяжелой

травмы определяется первичным механическим повреждением и вторичным воздействием, связанным с активацией воспаления и апоптозом клеток. Неврологические нарушения у млекопитающих после ТЧМТ часто обусловлены изменениями нейронов соматосенсорных и двигательных систем головного мозга, а также зависят от видовых особенностей животных [8].

В процессе анализа литературы было выявлено недостаточное изучение соотношения системных характеристик цитоархитектоники СМК и неврологического статуса экспериментальных животных после ТЧМТ. Это затрудняет обнаружение причин поведенческих и неврологических двигательных расстройств в посттравматическом периоде. Для настоящего исследования была выбрана модель дозированного механического воздействия свободнопадающим цилиндрическим грузом, позволяющая дозировать удар и более детализировано оценить изменения в поведении животных без быстрого спонтанного восстановления нарушенных функций [9].

Цель — дать морфологическую характеристику нейронов сенсомоторной коры и оценить психоневрологический статус крыс через 1, 3, 7, 14 и 30 суток после тяжелой черепно-мозговой травмы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводились на базе ФГБОУ ВО «Омский государственный медицинский университет» Минздрава РФ с соблюдением этических норм (протокол этического комитета № 112 от 26.09.2019) и с учетом рекомендаций Международного комитета по работе с лабораторными животными, поддержанных ВОЗ, директивой Европейского Парламента № 2010/63/Е от 22.09.2010 «О защите животных, используемых

для научных целей». Для эксперимента задействовали половозрелых самцов крыс линии Wistar массой 350-400 грамм.

Моделирование ТЧМТ осуществляли путем дозированного механического воздействия свободно падающим цилиндрическим грузом массой 598 граммов с высоты 35 см на затылочно-теменную область головы (заявка на регистрацию изобретения № 2021131039). Для достижения тяжелой степени закрытой механической травмы головы параметры были подобраны с учетом конструкции установки и расчета потенциальной энергии удара, по формуле:

$$E \text{ удара} = m \times g \times h = 0,598 \times 9,8 \times 0,35 = 2,05 \text{ Дж},$$

где m — масса падающего груза, g — ускорение свободного падения, h — высота (расстояние от точки начала падения до верхнего края втулки, расположенной на планке).

Перед моделированием крыс наркотизировали в/м введением Zoletil-100 в дозировке 10 мг/кг, ожидая наступления глубокой фазы анестезии в виде потери болевой чувствительности и полного расслабления мышц. Животных предварительно фиксировали на операционном столике с амортизирующей подушкой из губчатого материала для сохранения целостности челюсти во время нанесения удара. В результате выбранной модели опыта летальность в ходе эксперимента составила 47,3 %. Контролем служили интактные крысы без ТЧМТ ($n = 6$), выживших крыс исследовали через 1, 3, 7, 14 и 30 суток после травмы ($n = 6$).

Для забора материала (под анестезией) сосудистое русло головного мозга промывали введением в левый желудочек сердца 0,9%-ного раствора NaCl (100-125 мл) и фрагмина (5000 единиц), а головной мозг перед извлечением фиксировали перфузией 4%-ного

раствора формальдегида, приготовленного на фосфатном буфере (рН 7,2-7,4) в дозировке 30 мл под давлением 90-100 мм рт. ст. в течение 15 мин. Через 24 часа готовый материал, хранившийся в холодильнике при температуре +4°C, помещали в гомогенизированный парафин (HISTOMIX). Приготовление фронтальных срезов осуществляли при помощи микротомы HM 450 на уровне 1.2 – (-3.0) от Брегмы [10, 11].

Морфологический и морфометрический анализ нейронов проводили по фотографиям препаратов, предварительно окрашенных гематоксилин-эозином и тионином по методу Ниссля, сделанным на микроскопе Leica DM 1000 с получением цифровых микрофотографий высокого разрешения (tiff, 2048 × 1536 пикселей), обработанным в программе Photoshop CC. На каждый срок выбирали по 25-30 случайных полей зрения СМК крыс. Качественный нейронный состав СМК описывали в контроле и на разных сроках исследования после тяжелой ЧМТ. Для оценки количественного соотношения клеток подсчитывали содержание нормохромных, гиперхромных сморщенных нейронов и клеток-теней, а также общую численную плотность пирамидных нейронов.

Оценка общего состояния экспериментальных животных до и после анестезии и после моделирования тяжелой ЧМТ оценивалась в баллах с учетом принципов изучения физиологии и патофизиологии головного мозга [13]. Психоневрологический статус определяли с помощью психометрической шкалы McGraw в модификации И.В. Ганушкиной (1996) и психотропных тестов: открытое поле, установки позы, тест с вытягиванием лапы [14]. Для проведения теста открытое поле крыс помещали в центр круглой пластмассовой арены с секторами и 13 отверстиями шириной по 2 см, при этом оценивали в течение 3 мин временные и числовые показатели: время нахождения в центральном секторе, число пересеченных секторов, число стоек и заглядываний [10]. В ходе выполнения теста на установку позы животное тащили вбок со скоростью

20 см/с на 90 см по гладкой поверхности стола поочередно в двух направлениях, учитывая показатели до 10 попыток: шаги со стороны толкания и число поворотов [15]. Принцип теста на вытягивание лапы заключался в подсчете поднимания передних лапок крысы к краю стола до 10 попыток, но в это время ее удерживали так, чтобы конечности свисали без опоры [16].

Статистическую обработку полученного материала осуществляли с помощью прикладных программ StatSoft Statistica 10.0. Характер распределения вариационных рядов оценивали с помощью критериев Колмогорова–Смирнова и Шапиро, а также квантильных графиков. Преобладало отличие от нормального распределение. Поэтому проверку гипотез осуществляли непараметрическими критериями (ANOVA Kraskel-Wallis, Mann–Whitney U-test). Проблема сравнения трех и более независимых групп по одному признаку решалась путем использования ANOVA Kraskel–Wallis [12]. Сравнение двух независимых и зависимых групп по одному признаку производили с помощью Mann–Whitney U-test. Количественные данные в эксперименте представлены: медианой (Me – 50% квартиль, Q2), интерквартильным разбросом (Q1 – нижний квартиль, Q3 – верхний квартиль), диапазоном без выброса (Min–Max) и процентной долей (%).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

У крыс контрольной группы в СМК отмечались нормохромные нейроны со светлым ядром овальной формы, занимающим почти всю поверхность клеточного тела клеток, и темным ядрышком (рис. 1). В нейронах ярко прослеживалась равномерная конденсация хроматина с сохраненным капюшоном тигроида вокруг ядра. Нейропил неокортекса характеризовался однородным расположением клеток без признаков гидропической (вакуолизация) и белковой (гиперхромия) дистрофии.

По данным светооптического исследования после тяжелой ЧМТ в СМК были выявлены обратимые и

необратимые дистрофические изменения нейронов, проявляющиеся в виде деформации ядра, эктопии ядрышка, тигролиза нисслевского вещества, пикноза ядра, гидропической дистрофией с умеренной вакуолизацией, очаговым и субтотальным хроматолизом, гиперхромией и гомогенизацией цитоплазмы. Вышеперечисленные изменения свидетельствовали о протекании тинкториальных, гидропических, дегидратационных и некробиотических процессов в СМК.

Уже на 1-е сутки в слое III СМК после тяжелой ЧМТ отмечались в поле зрения нормохромные нейроны с эктопией ядрышка и просветлением цитоплазмы, клетки-тени (рис. 2а), а в слое V начинали появляться признаки гидропической дистрофии нейронов с перинуклеарным и перичеселлярным отеком (рис. 2б). При этом численная плотность нормохромных нейронов (ЧПНН) в слое III СМК, не достигая уровня контрольных значений, уменьшилась на 60,3 %, а в слое V – на 71,1 % (рис. 3).

На 3-7-е сутки в слое III и V СМК регистрировалось набухание тел нейронов и их отростков (рис. 4а), отмечались гипо- и гиперхромные нейроны с сохраненным ядрышком и эктопией, гомогенизированные пикноморфные нейроны, а также признаки периваскулярного отека нейропиля (рис. 4б).

Повышалась доля пикноморфных гиперхромных сморщенных нейронов от общей численной плотности нейронов (ОЧПН) в слое III СМК, которая на 3-и сутки составила 11,2 % и в слое V – 10,4 %, а на 7-е сутки в слое III – 12 %, в слое V СМК – 14 % (рис. 5).

В посттравматическом периоде на 14-30-е сутки в СМК отмечались характерные признаки тяжелой гидропической дистрофии (рис. 7а) и большое содержание необратимо поврежденных нейронов (рис. 7б). В нейропиле коры головного мозга крыс были зарегистрированы участки выпадения нейронов в результате гибели необратимых пикноморфных нейронов (рис. 6).

По данным статистического анализа, ЧПНН в слое III СМК статистически значимо уменьшалась через 7 суток в слое III на 77,5 %

и через 14 суток в слое V на 78,3 % (рис. 3). Полного восстановления показателя ЧПНН на протяжении всего срока исследования не наблюдалось. Максимальное снижение ОЧПН в посттравматическом периоде СМК происходило в слое III на 7-е сутки и слое V на 30-е сутки: 38,1 % и 18,5 % (рис. 8). Отмечалось при этом снижение общей численной плотности нейронов и увеличение содержания гиперхромных сморщенных нейронов (рис. 5), что свидетельствует о необратимых тяжелых изменениях в нервной ткани.

Общее состояние экспериментальных животных характеризовалось как тяжелое, но максимальное количество баллов показателя общего состояния (ПОС) отмечалось через 1-3 суток после тяжелой ЧМТ, что отражено на рисунке 9. При этом ПОС не достиг уровня показателя контрольной группы, что подтверждает замедленное восстановление организма в результате тяжелого травматического повреждения.

Степень выраженности психоневрологического статуса оценивали с помощью психометрической шкалы McGraw в модификации И.В. Ганнушкиной (1996). Анализируемые показатели шкалы оценки неврологического дефицита животного представлены в таблице 1. На всем протяжении исследования у крыс отмечались признаки коматозного состояния в виде отсутствия реакций на световые, болевые и звуковые раздражители, аритмии дыхания, неустойчивой позы животного и сниженной двигательной активности. Общая сумма баллов согласно оценке параметров изучения неврологического статуса соответствует уровню тяжелой степени неврологического дефицита, характерного при моделировании черепно-мозговой травмы.

Результаты психоневрологических тестов, отраженные в таблице 2, показали, что у крыс контрольной и опытной групп до травмы не было выявлено достоверных различий по показателям нарушения координации движений. Следует отметить, что значительные изменения поведенческих реакций проявлялись только лишь на 3-и и 7-е

Рисунок 1

В слое III СМК в контроле: белые стрелки – нормохромные нейроны, синяя стрелка – эндотелиоцит гемокapилляра. Окраска гематоксилин-эозином (a) и по Нисслю (b). Объектив: $\times 40$; шкала – 20 мкм

Figure 1

SMC control of layer 3: white arrows – normochromic neurons, blue arrow – hemocapillary endotheliocyte. Staining with hematoxylin-eosin (a) and Nissl (b). Lens: $\times 40$; scale – 20 μm

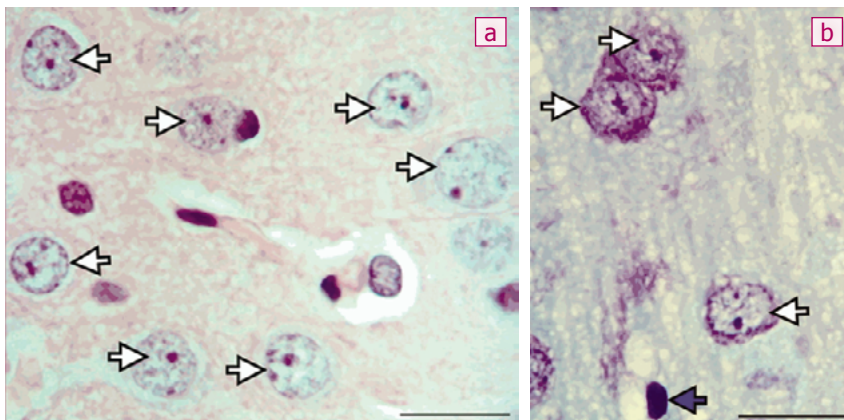
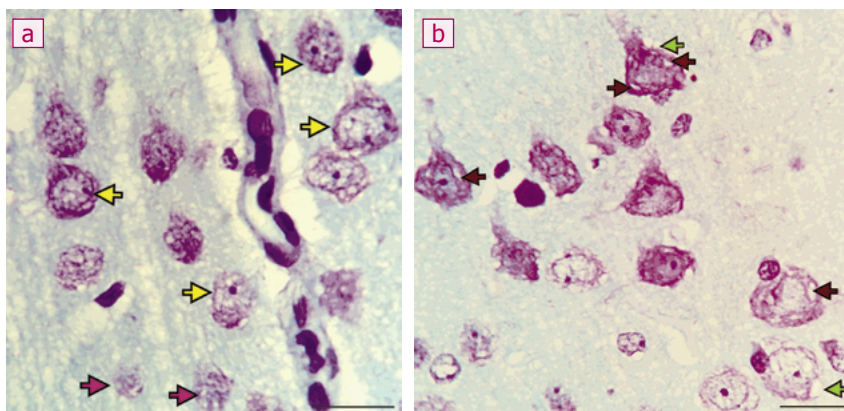


Рисунок 2

В слое III СМК (a) и слое V СМК (b) через 1 сутки после ТЧМТ: желтые стрелки – нормохромные нейроны с просветлением цитоплазмы и эктопии ядрышка, розовые стрелки – клетки тени, коричневые стрелки – перинуклеарный отек, зеленые стрелки – перичеселлюлярный отек. Окраска по Нисслю. Объектив: $\times 100$; шкала – 20 мкм

Figure 2

SMC layer 3 (a) and layer 5 (b) 24 hours after STBI: yellow arrows – normochromic neurons with clearing of the cytoplasm and nucleolus ectopia, pink arrows – shadow cells, brown arrows – perinuclear edema, green arrows – pericellular edema. Nissl coloring. Lens: $\times 100$; scale – 20 μm



сутки после ТЧМТ, полученные данные свидетельствуют о нарушении координации движений конечностей.

В настоящем исследовании оценка поведенческой активности животных выявила стойкие изменения в эмоциогенном напряжении в ходе эксперимента у крыс опытной и контрольной групп: резкое снижение количества стоек и загля-

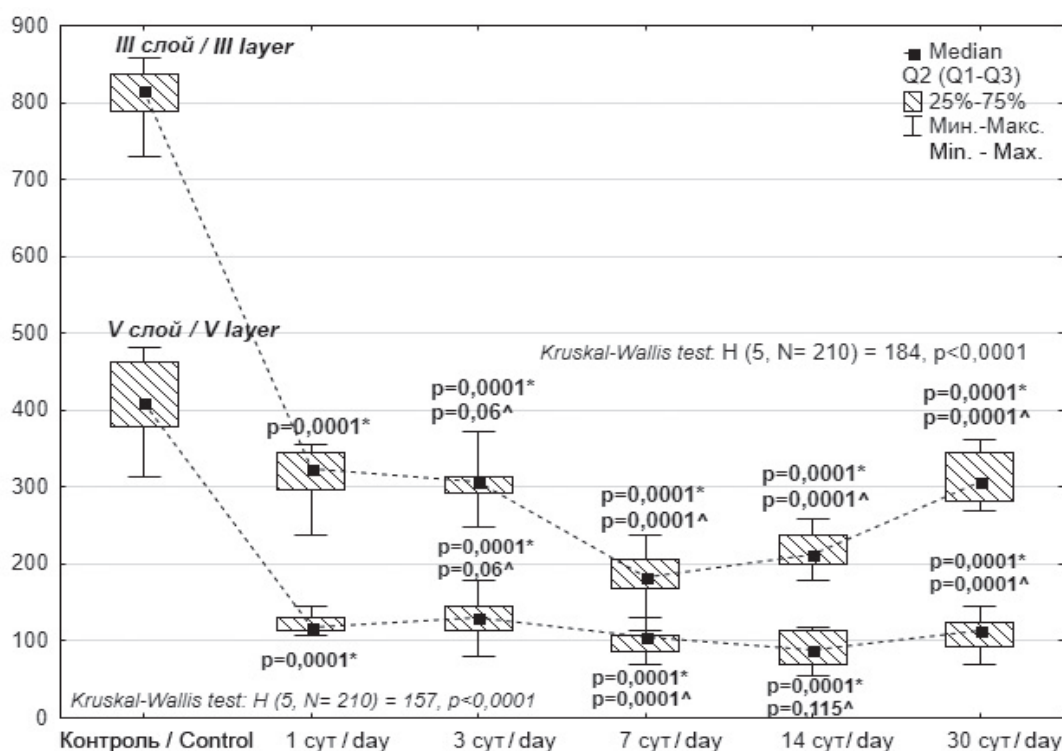
дываний, а также минимальное количество пересеченных секторов и шагов, что свидетельствует о нарушении сенсомоторной деятельности мозга и подтверждает тяжелую степень травматизации животных без полного восстановления утраченных поведенческих функций даже на 7-е сутки после ТЧМТ и соответствует литературным данным по острому

Рисунок 3

Численная плотность нормохромных нейронов слоя III и V СМК в контроле, через 1, 3, 7, 14 и 30 суток после ТЧМТ

Figure 3

Numerical density of normochromic neurons in layer III and V of the SMC in the control, 1, 3, 7, 14 and 30 days after STBI



Примечание: * — сравнение с контролем, ^ — с предыдущим сроком (критерий Манна–Уитни), различия статистически значимы при $p < 0.05$. Материал предоставили как медиану (Me) (Q2), 25-75% квантили (Q1-Q3) и диапазон без выбросов (Min-Max). Множественное сравнение между всеми группами — с помощью ANOVA Краскела–Уоллиса

Note: * — comparison with control, ^ — with the previous period (Mann–Whitney test), differences are statistically significant at $p < 0.05$. Material was provided as median (Me) (Q2), 25-75% quartiles (Q1-Q3) and range without outliers (Min-Max). Multiple comparison between all groups — using ANOVA Kruskal–Wallis

периоду ЧМТ [17, 18]. При этом проявлялась прямая взаимосвязь выраженных поведенческих расстройств с тяжелыми морфологическими изменениями нейронов слоя III и V СМК крыс.

Таким образом, проведенное исследование свидетельствует о широком диапазоне структурно-функциональных изменений нейронов СМК головного мозга крыс — от обратимых гидропических до некробиотических. Вероятно, после ТЧМТ преобладали патологические механизмы первичного и вторичного ишемического повреждения, а репаративные процессы блокировались, отягощая состояния экспериментальных животных. Это согласуется с результатами других исследований [19, 20], в которых установлено,

что после травмы длительно сохраняются микроциркуляторные нарушения на фоне проявлений отека-набухания.

Нами выявлены количественные (временные) различия морфологических посттравматических изменений нейронов слоя III и V СМК крыс. Так, в слое III уже через 1 сутки после ТЧМТ отмечалось статистически значимое уменьшение ОЧПН (на 21,6 %), а в слое V — только через 7 суток (на 13,9 %). То есть мелкие пирамидные нейроны быстрее погибали и элиминировались из нейронной сети за счет фагоцитоза. Мы полагаем, что у крупных нейронов слоя V СМК было больше резервов для выживания в условиях вторичного нарушения микроциркуляции. Имеется описание гетерохронности

и гетероморфности посттравматических изменений головного мозга в различных зонах повреждения: зоне центральной части повреждения, зоне первичного травматического некроза, зоне молекулярного сотрясения с постепенным переходом в окружающую здоровую ткань [20]. По нашим данным, удалось выявить проявления диффузно-очаговых изменений в посттравматическом периоде. При этом наблюдался отек-набухание нервной ткани, проявляющийся пространственной реорганизацией и гидропической дистрофией нейронов, а также дилатационными расширениями микрососудистого русла. Восстановление функций мозга проходило на фоне выраженных патологических изменений части нейронов.

Рисунок 4

В слое III СМК (а) и слое V СМК (b) через 7 суток после ТЧМТ: красные стрелки — набухание тел нейронов, голубые стрелки — набухание апикальных дендритов нейронов, серая стрелка — гомогенизированный гипохромный нейрон с эктопией ядрышка, зеленая стрелка — периваскулярный отек нейропила, синие стрелки — гиперхромные нейроны с сохраненным ядрышком и дендритными отростками, оранжевые стрелки — гомогенизированные пикноморфные нейроны. Окраска по Нислю. Объектив: $\times 100$; шкала — 20 мкм

Figure 4

Layer 3 (a) and layer 5 (b) of SMC 7 days after STBI: red arrows — swelling of neuronal bodies, blue arrows — swelling of apical dendrites of neurons, gray arrow — homogenized hypochromic neuron with ectopic nucleolus, green arrow — perivascular neuropil edema, blue arrows — hyperchromic neurons with preserved nucleolus and dendritic processes, orange arrows — homogenized pycnomorphic neurons. Nissl coloring. Lens: $\times 100$; scale — 20 μm

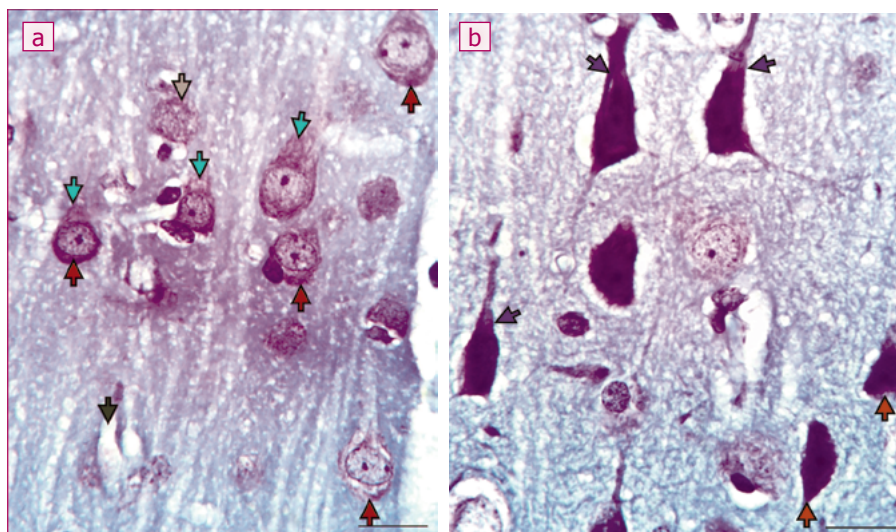
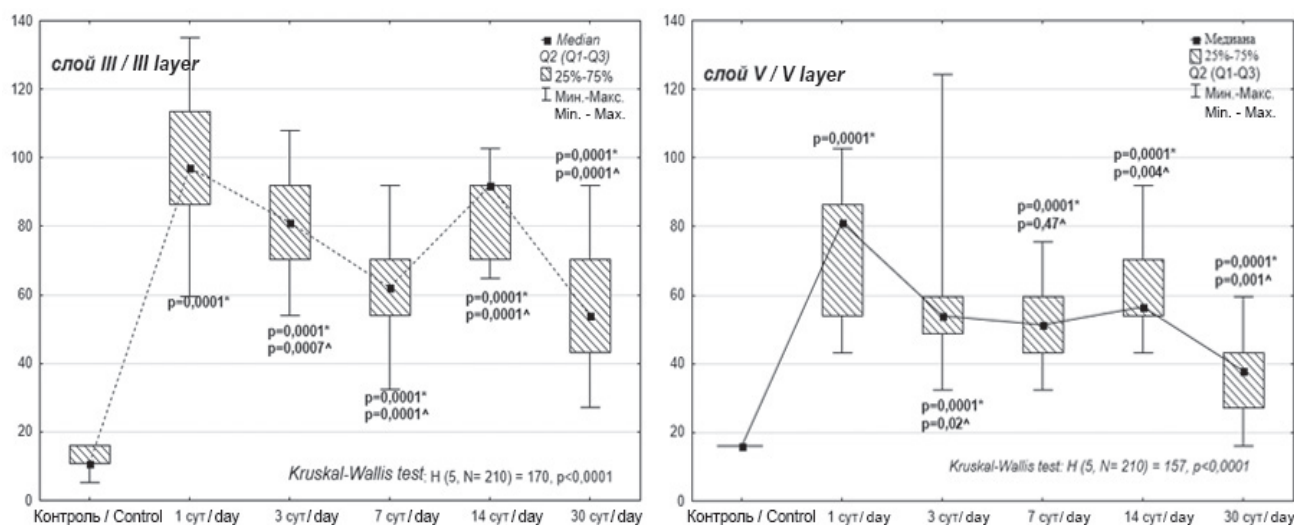


Рисунок 5

Численная плотность гиперхромных сморщенных нейронов слоя III и V СМК в контроле, через 1, 3, 7, 14 и 30 суток после ТЧМТ

Figure 5

Numerical density of hyperchromic wrinkled neurons in layer 3 and 5 of SMC in the control, 1, 3, 7, 14 and 30 days after STBI



Примечание: * — сравнение с контролем, ^ — с предыдущим сроком (критерий Манна—Уитни), различия статистически значимы при $p < 0,05$. Материал предоставили как медиану (Me) (Q2), 25-75% квантили (Q1-Q3) и диапазон без выбросов (Min-Max). Множественное сравнение между всеми группами — с помощью ANOVA Краскела—Уоллиса

Note: * — comparison with control, ^ — with the previous period (Mann—Whitney test), differences are statistically significant at $p < 0.05$. Material was provided as median (Me) (Q2), 25–75% quartiles (Q1-Q3) and range without outliers (Min-Max). Multiple comparison between all groups — using ANOVA Kruskal—Wallis

Рисунок 6

Слой III СМК (а) и V слой СМК (b) через 14 суток после ЧМТ: * – очаги выпадения нейронов, оранжевые стрелки – необратимые поврежденные нейроны. Окраска по Нисслю. Объектив: $\times 40$; шкала – 50 мкм

Figure 6

Layer 3 (a) and layer 5 (b) of SMC 14 days after TBI: – foci of neuronal loss, orange arrows indicate irreversible damaged neurons. Nissl coloring. Lens: $\times 40$; scale – 50 μm

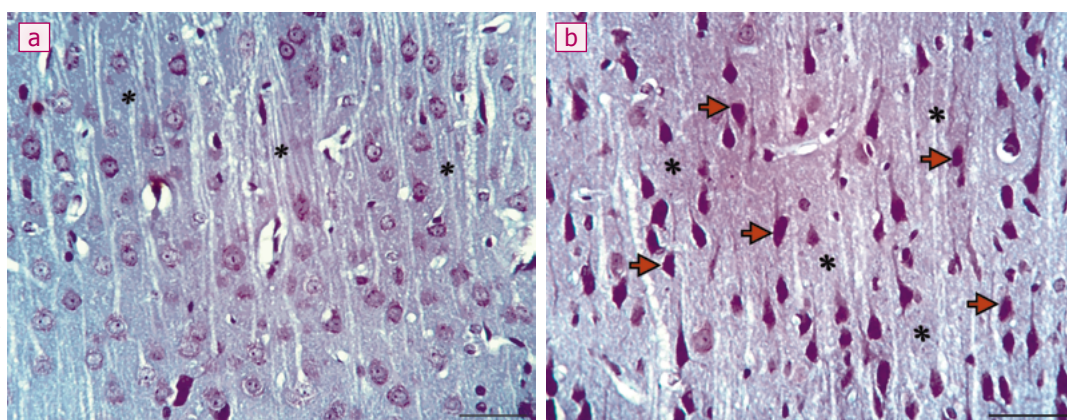


Рисунок 7

В слое III СМК (а) и слое V СМК (b) через 30 суток после ТЧМТ: белые стрелки – крупноячеистая вакуолизация краевых отделов цитоплазмы, оранжевые стрелки – необратимые поврежденные нейроны. Окраска по Нисслю. Объектив: $\times 100$; шкала – 20 мкм

Figure 7

Layer 3 (a) and layer 5 (b) of SMC 30 days after STBI: white arrows – large-mesh vacuolization of the marginal sections of the cytoplasm, orange arrows – irreversible damaged neurons. Nissl coloring. Lens: $\times 100$; scale – 20 μm

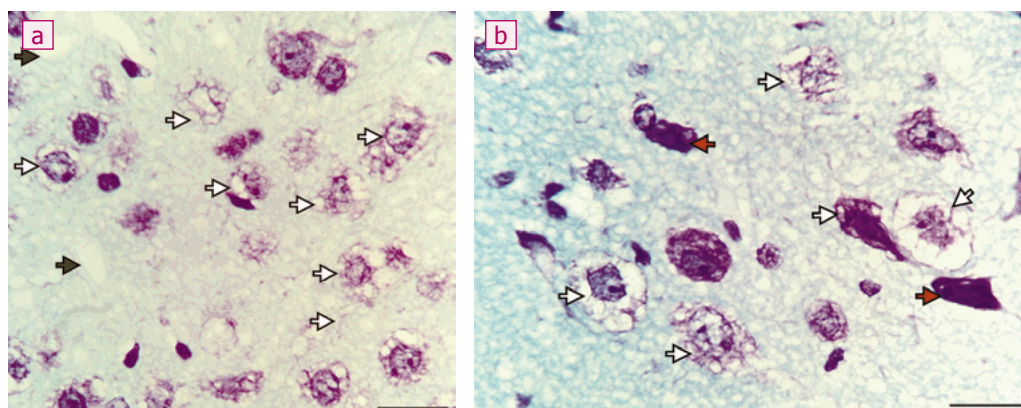


Таблица 1

Оценка неврологического дефицита по психометрической шкале McGraw в модификации И.В. Ганнушкиной*

Table 1

Assessment of neurological deficit according to the McGraw psychometric scale modified by I.V. Gannushkina*

Параметр Parameter	Количество баллов Number of points
Вялость, замедленность движений – 0.5 балла / Lethargy, slowness of movements – 0.5 points	0.5
Тремор – 1 балл / Tremor – 1 point	0
Односторонний полуптоз – 1 балл / Unilateral semi-ptosis – 1 point	0
Двухсторонний полуптоз – 1.5 балла / Bilateral semi-ptosis – 1.5 points	0
Односторонний птоз – 1.5 балла / Unilateral ptosis – 1.5 points	0
Двухсторонний птоз – 1.5 балла / Bilateral ptosis – 1.5 points	0
Маневные движения – 2 балла / Manege movements – 2 points	0
Парез 1-4 конечности – от 2 до 5 баллов / Paresis 1-4 limbs – from 2 to 5 points	3.0
Паралич 1-4 конечности – от 3 до 6 баллов / Paralysis 1-4 limbs – from 3 to 6 points	0
Коматозное состояние – 7 баллов / Coma – 7 points	7.0
Летальный исход – 10 баллов / Lethal outcome – 10 points	0

Примечание: * – балловый показатель при легкой степени нарушений 0.5-2.0 балла; при средней степени нарушений 2.5-5.0 балла; при тяжелой степени нарушений 5.5-10.0 балла.

Note: * – scoring with a mild degree of violations – 0.5-2.0 points; with an average degree of violations 2.5-5.0 points; with a severe degree of violations – 5.5-10.0 points.

Рисунок 8

Общая численная плотность нейронов в слое III и V СМК в контроле, через 1, 3, 7, 14 и 30 суток после ТЧМТ

Figure 8

The total numerical density of neurons in layer 3 and 5 of SMC in the control, 1, 3, 7, 14 and 30 days after STBI

Примечание: * — сравнение с контролем, ^ — с предыдущим сроком (критерий Манна–Уитни), различия статистически значимы при $p < 0.05$. Материал предоставили как медиану (Me) (Q2), 25-75% квартили (Q1-Q3) и диапазон без выбросов (Min-Max). Множественное сравнение между всеми группами — с помощью ANOVA Краскела–Уоллиса

Note: * — comparison with control, ^ — with the previous period (Mann–Whitney test), differences are statistically significant at $p < 0.05$. Material was provided as median (Me) (Q2), 25-75% quartiles (Q1-Q3) and range without outliers (Min-Max). Multiple comparison between all groups — using ANOVA Kruskal–Wallis

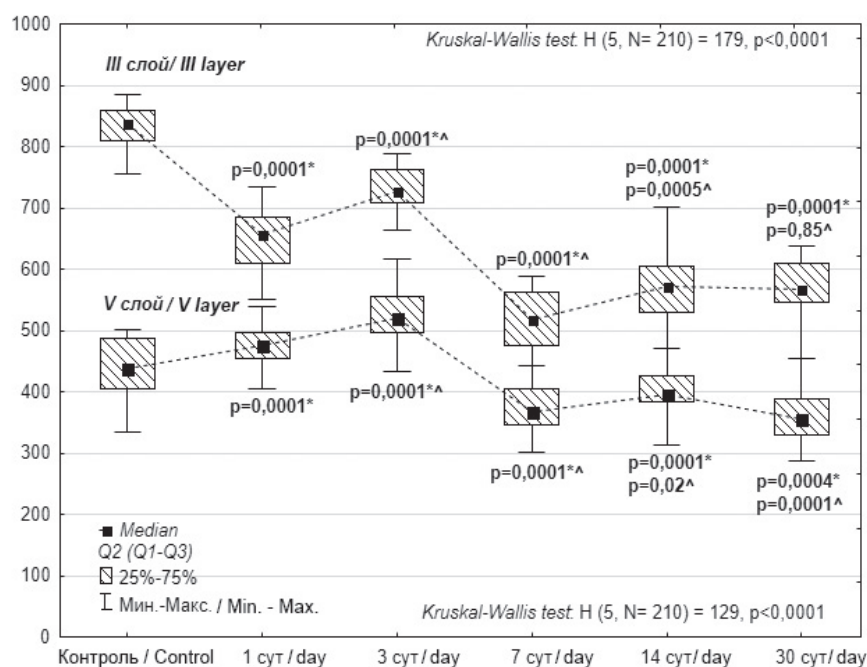


Рисунок 9

Балльная оценка ПОС крыс в условиях общей анестезии и в посттравматическом периоде

Figure 9

Scoring of rats under conditions of general anesthesia and during posttraumatic period

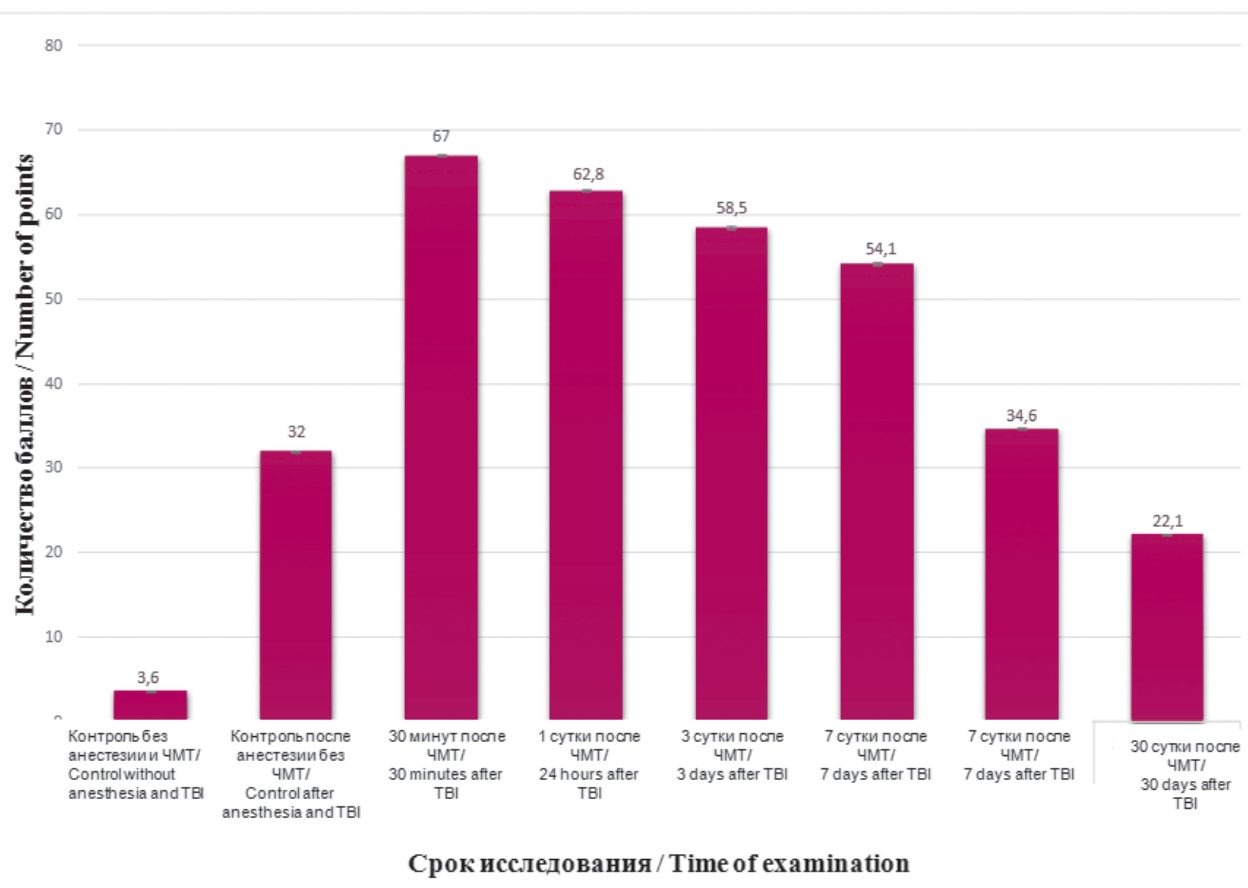


Таблица 2

Результаты психоневрологических тестов у крыс: открытое поле, установка позы, с вытягиванием лапы (M ± m)

Table 2

Results of neuropsychiatric tests in rats: open field, posture setting, with paw extension (M ± m)

Показатели оценивания Assessment Metrics	До травмы Before injury		После травмы After injury	
	Контроль Control	Основная группа Main group	3 суток 3 days	7 суток 7 days
Тест открытое поле / Open field test				
Время в центре арены, с Time in the center of the arena, s	2.5 ± 0.14	2.4 ± 0.33	6.1 ± 0.48*	5.8 ± 0.9
Число пересеченных секторов Number of sectors crossed	13.3 ± 2.16	14.2 ± 3.97	3.3 ± 1.03*	5.5 ± 1.87*
Кол-во стоек Number of racks	6.5 ± 1.05	5.2 ± 1.47	0.5 ± 0.55*	1.2 ± 0.75*
Кол-во заглядываний Number of visits	4.2 ± 1.6	4.7 ± 0.82	0.3 ± 0.52*	0.8 ± 0.75*
Тест установки позы / Posture test				
Кол-во шагов Number of steps	18.2 ± 1.47	17.3 ± 1.03	5.3 ± 1.51*	6.7 ± 0.82*
Кол-во поворотов Number of turns	21.5 ± 0.84	20.2 ± 1.72	4.3 ± 1.21*	5.7 ± 1.63*
Тест с вытягиванием лапы / Paw stretching test				
Кол-во поднимания передних лапок Number of front leg lifts	13.3 ± 1.63	12.7 ± 1.37	3.7 ± 1.51*	3.2 ± 0.75*

Примечание: M – среднее значение, m – стандартное отклонение, * – различия в сравнении с контролем статистически значимы при $p < 0.05$.

Note: M – mean value, m – standard deviation, * – differences in comparison with control are statistically significant at $p < 0.05$.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные данные о морфологических изменениях нейронов СМК после ТЧМТ дополнили информационную базу для изучения структурно-функциональных механизмов перехода нейронов из обратимого в необратимое состояние и важны для понимания патогене-

за посттравматической энцефалопатии. Выявленные после ТЧМТ изменения нейронов сочетались с расстройствами поведенческих реакций и неврологическим дефицитом функций двигательного анализатора в виде силовых, чувствительных и координационных нарушений.

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:

- Capizzi A, Wu J, Verduco-Gutierrez M. Traumatic brain injury: a review of epidemiology, pathophysiology and medical management. *Medical Clinics of North America*. 2020; 104(2): 213-238.
- Maas E, Menon DC, Adelson PD, Andelik N, Bell MJ, Belli A, et al. Traumatic brain injury: integrated approaches to improve prevention, clinical care and research. *Lancet Neurol*. 2017; 16(12): 987-1048.
- Karakhan VB, Krylov VV, Lebedev VV. Traumatic lesions of the central nervous system. *Diseases of the nervous system*. Moscow: Medicine. 2001. P. 74-84. Russian (Карахан В.Б., Крылов В.В., Лебедев В.В. Травматические поражения центральной нервной системы. Болезни нервной системы. Москва: Медицина. 2001. С. 74-84.)
- Ivanova NE. Traumatic brain injury is a colossal problem of world health. *Neurology and Psychiatry*. 2020; 16(14): 8-10. Russian (Иванова Н.Е. Черепно-мозговая травма-колоссальная проблема мирового здравоохранения //Неврология и психиатрия. 2020. Т. 16, № 14. С. 8-10.)
- Andelic N, Anke A, Skandsen T, Sigurdardottir S, Sandhaug M, Ader T, et al. Incidence of hospital-admitted severe traumatic brain injury and in-hospital fatality in Norway: a national cohort study. *Neuroepidemiology*. 2012; 38(4): 259-267.
- Khelimsky AM, Karnaukh AI. Clinic, diagnosis and treatment of traumatic brain injury: a textbook. Khabarovsk: Publishing House of the Far Eastern State Medical University, 2003. P. 15-17. Russian (Хелимский А.М., Карнаух А.И. Клиника, диагностика и лечение черепно-мозговых травм: учебное пособие. Хабаровск: Издательство Дальневосточного государственного медицинского университета, 2003. С. 15-17.)
- Obukhov DK. Modern ideas about the development, structure and evolution of the neocortex of the telencephalon of mammals and humans. In: *Questions of morphology of the XXI century: a collection of scientific papers dedicated to the 100th anniversary of the Department of Medical Biology*. St. Petersburg State Medical Academy n.a. I.I. Mechnikov. St. Petersburg, 2008. P. 201-224. Russian (Обухов Д.К. Современные представления о развитии, структуре и эволюции неокортекса конечного мозга млекопитающих животных и человека //Вопросы морфологии XXI века: сборник научных трудов, посвященный 100-летию кафедры медицинской био-

- логии СПбГМА им. И.И. Мечникова. Санкт-Петербург, 2008. С. 201-224.)
8. Daineko AS, Shmonin AA, Shumeeva AV, Kovalenko EA, Melnikova EV, Vlasiv TD, et al. Methods for assessing neurological deficit in rats after 30-minute focal cerebral ischemia in the early and late stages of the postischemic period. *Regional blood circulation and microcirculation*. 2014; 13(1): 68-78. Russian (Дайнеко А.С., Шмонин А.А., Шумеева А.В., Коваленко Е.А., Мельникова Е.В., Власов Т.Д. Методы оценки неврологического дефицита у крыс после 30-минутной фокальной ишемии мозга на ранних и поздних сроках постишемического периода //Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2014. Т. 13, № 1. С. 68-78.)
 9. Beloshitsky VV. Modern principles of modeling craniocerebral injury in the experiment. *Ukrainian neurosurgical journal*. 2008; (4): 9-15. Russian (Белошицкий В.В. Современные принципы моделирования черепно-мозговой травмы в эксперименте // Украинский нейрохирургический журнал. 2008. № 4. С. 9-15.)
 10. Sestakova N, Puzserova A, Kluknavsky M, Bernatova I. Determination of motor activity and anxiety-related behaviour in rodents: methodological aspects and role of nitric oxide. *Interdiscip Toxicol*. 2013; 6(3): 126-135.
 11. Paxinos G, Watson C. The rat brain in stereotaxic coordinates. 5th ed. Elsevier Academic Press, San Diego, CA. 2005. 367 p.
 12. Borovikov V. Statistica. The art of data analysis on a computer. Peter: Publishing house of St. Petersburg. 2003. 688 p. Russian (Боровиков В. Statistica. Искусство анализа данных на компьютере. Питер: Издательство СПб., 2003. 688 с.)
 13. Korpachev VG, Lysenkov SP, Tel LZ. Modeling of clinical death and postresuscitation disease in rats. *Pathological Physiology and Experimental Therapy*. 1982; 26(3): 78-80. Russian (Корпачев В.Г., Лысенков С.П., Тель Л.З. Моделирование клинической смерти и постреанимационной болезни у крыс //Патологическая физиология и экспериментальная терапия. 1982. Т. 26, № 3. С. 78-80.)
 14. McGraw CP, Pashayan AG, Wendel OT. Cerebral infarction in the Mongolian gerbil exacerbated by phenoxybenzamine treatment. *Stroke*. 1976; 7(5): 485.
 15. Khudyakova NA, Bazhenova TV. Behavioral activity of linear and non-linear mice of different color variations in "the Open field" test. *Bulletin of the Udmurt University. Series "Biology. Earth Sciences"*. 2012; 2: 89-93. Russian (Худякова Н.А., Баженова Т.В. Поведенческая активность линейных и не линейных мышей разных цветовых вариаций в тесте «Открытое поле» //Вестник Удмуртского университета. Серия «Биология. Науки о Земле». 2012. Т. 2. С. 89-93.)
 16. Hua Y, Schallert T, Keep RF, Wu J, Hoff JT, Xi G. Behavioral tests after intracerebral hemorrhage in the rat. *Stroke*. 2002; 33: 2478-2484.
 17. Komoltsev IG, Frankevich SO, Shirobokova NI, Volkova AA, Novikova MR, Gulyaeva NV. Acute period in modeling of craniocerebral injury in rats: immediate convulsions, damage to the functional areas of the neocortex and behavioral disorders. *Journal of Neurology and Psychiatry n.a. S.S. Korsakov*. 2019; 119(11-2): 88-91. Russian (Комольцев И.Г., Франкевич С.О., Широбокова Н.И., Волкова А.А., Новикова М.Р., Гуляева Н.В. Острый период при моделировании черепно-мозговой травмы у крыс: немедленные судороги, повреждение функциональных зон новой коры и нарушения поведения //Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2019. № 119(11-2). С. 88-91.)
 18. Polovnikov EV, Stupak VV, Samokhin AG, Vasiliev IA, Shevela EYa, Chernykh ER. Characteristics of neurological deficit in rats in a model of severe traumatic brain injury. *Polytrauma*. 2012; (1): 75-78. Russian (Половников Е.В., Ступак В.В., Самохин А.Г., Васильев И.А., Шевела Е.Я., Черных Е.Р. Характеристика неврологического дефицита у крыс в модели тяжелой черепно-мозговой травмы // Политравма. 2012. № 1. С. 75-78.)
 19. Puras YuV, Talypov AE, Petrikov SS, Krylov VV. Factors of secondary ischemic brain injury in TBI. *Urgent medical care. Journal n.a. N.F. Sklifosovsky*. 2013; (1): 56-65. Russian (Пурас Ю.В., Талыпов А.Э., Петриков С.С., Крылов В.В. Факторы вторичного ишемического повреждения головного мозга при ЧМТ //Неотложная медицинская помощь. Журнал им. Н.Ф. Склифосовского. 2013. № 1. С. 56-65.)
 20. Karataeva LA, Inoyatova ShSh, Masharipov AS. Pathological changes in the brain in traumatic brain injuries. *Modern Medicine: Topical Issues*. 2015; (48-49): 48-54. Russian (Каратаева Л.А., Иноятова Ш.Ш., Машарипов А.С. Патоморфологические изменения головного мозга при черепно-мозговых травмах //Современная медицина: актуальные вопросы. 2015. № 48-49. С. 48-54.)
 21. Komoltsev IG, Levshina IP, Novikova MR, Stepanichev MYu, Tishkina AO, Gulyaeva NV. Changes in the cerebral cortex after dosed traumatic brain injury in rats of different ages. *Morphology*. 2015; 148(5): 14-20. Russian (Комольцев И.Г., Лёвшина И.П., Новикова М.Р., Степаничев М.Ю., Тишкина А.О., Гуляева Н.В. Изменения коры большого мозга после дозированной черепно-мозговой травмы у крыс разного возраста //Морфология. 2015. Т. 148, № 5. С. 14-20.)

Сведения об авторах:

Шоронова А.Ю., аспирант кафедры гистологии, цитологии и эмбриологии, ФГБОУ ВО ОмГМУ Минздрава России, г. Омск, Россия.

Акулинин В.А., д.м.н., профессор, заведующий кафедрой гистологии, цитологии и эмбриологии, ФГБОУ ВО ОмГМУ Минздрава России, г. Омск, Россия.

Коржук М.С., д.м.н., профессор кафедры и клиники военно-морской хирургии, Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова, г. Санкт-Петербург, Россия.

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

Макарьева Л.М., аспирант кафедры гистологии, цитологии и эмбриологии, ФГБОУ ВО ОмГМУ Минздрава России, г. Омск, Россия.

Information about authors:

Shoronova A.Yu., postgraduate student, department of histology, cytology and embryology, Omsk State Medical University, Omsk, Russia.

Akulinin V.A., MD, PhD, professor, chief of department of histology, cytology and embryology, Omsk State Medical University, Omsk, Russia.

Korzhuik M.S., MD, PhD, professor of department and clinic of naval surgery, Kirov Military Medical Academy, Saint Petersburg, Russia.

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

Makaryeva L.M., postgraduate student, department of histology, cytology and embryology, Omsk State Medical University, Omsk, Russia.

Цускман И.Г., к. ветеринар. н., доцент кафедры гистологии, цитологии и эмбриологии, ФГБОУ ВО ОмГМУ Минздрава России, г. Омск, Россия.

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

Адрес для переписки:

Шоронова Анастасия Юрьевна, ул. Подгорная, д. 52, г. Омск, Россия, 644070

Тел.: +7 (950) 789-32-04

E-mail: nastasya1994@mail.ru

Статья поступила в редакцию: 09.01.2023

Рецензирование пройдено: 27.01.2023

Подписано в печать: 01.03.2023

Tsuskman I.G., candidate of veterinary sciences, associate professor of department of histology, cytology and embryology, Omsk State Medical University, Omsk, Russia.

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

Address for correspondence:

Shoronova Anastasia Yurievna, Podgornaya St., 52, Omsk, Russia, 644070

Tel: +7 (950) 789-32-04

E-mail: nastasya1994@mail.ru

Received: 09.01.2023

Review completed: 27.01.2023

Passed for printing: 01.03.2023



ВЛИЯНИЕ ОКИСЛЕННОГО ДЕКСТРАНА НА СПАЕЧНЫЙ ПРОЦЕСС У КРЫС

EFFECT OF OXIDIZED DEXTRAN ON THE ADHESIVE PROCESS IN RATS

Ким Л.Б. Kim L.B.
Путяткина А.Н. Putyatina A.N.
Русских Г.С. Russkikh G.S.
Комков Н.А. Komkov N.A.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр фундаментальной и трансляционной медицины»,

г. Новосибирск, Россия

Federal Research Center of Fundamental and Translational Medicine,

Novosibirsk, Russia

На сегодняшний день не существует идеальных средств для лечения и профилактики спаечной болезни брюшины у пациентов после оперативного вмешательства. Имеющиеся в наличии средства малодоступны в силу дороговизны либо обладают побочными эффектами, которые ограничивают их широкое использование. Поэтому поиск новых средств является актуальной проблемой не только для хирургии, но и смежных специальностей.

Цель исследования – изучить влияние окисленного декстрана на содержание отдельных компонентов внеклеточного матрикса у крыс при моделировании спаечного процесса.

Материалы и методы. Исследование выполняли на 50 крысах-самцах Wistar. Моделировали спаечный процесс скарификацией париетальной брюшины и сальника после срединной лапаротомии. Интактные животные составили группу I, крысы после оперативного вмешательства (лапаротомия + скарификация брюшины) – группу II. Крысам группы III после оперативного вмешательства в брюшную полость однократно вводили 2 мл 5%-ного раствора окисленного декстрана (40 кДа); животным группы IV – 2 мл физиологического раствора. В сыворотке крови на 7, 14, 21-е сутки измеряли содержание общих и сульфатированных гликозаминогликанов (оГАГ и сГАГ), белково-связанного гидроксипролина (белГОП), активность матриксных металлопротеиназ (ММП).

Результаты. У крыс группы II отмечено повышенное содержание оГАГ, сГАГ, белГОП во все периоды спаечного процесса и активация ММП на 21-е сутки относительно данных группы I. В группе III снижено содержание оГАГ, белГОП по мере развития спаечного процесса. При этом увеличение содержания сГАГ и снижение оГАГ на 21-е сутки позволяет допустить уменьшение гиалуронана. В группе IV содержание белГОП и оГАГ было выше во все периоды спаечного процесса, активность ММП – на 7-е сутки относительно данных группы III.

Заключение. Введение окисленного декстрана после оперативного вмешательства привело к снижению содержания белГОП и оГАГ, что может служить проявлением антифибротического эффекта окисленного декстрана.

Ключевые слова: послеоперационные спайки; окисленный декстран; гидроксипролин; collagen; гликозаминогликаны; внеклеточный матрикс; матриксные металлопротеиназы; сыворотка крови.

To date, there are no ideal means for the treatment and prevention of adhesive peritoneal disease in patients after surgery. The existed remedies are not readily available due to their high cost, or have side effects that limit their widespread use. Therefore, the search for new tools is an urgent problem not only for surgery, but also for related specialties.

Objective – to study an effect of oxidized dextran (OD) on the content of individual components of the extracellular matrix in rats when modeling the adhesive process.

Materials and methods. The study was performed on 50 male Wistar rats. The adhesive process was modeled by scarification of the parietal peritoneum and omentum after median laparotomy. Intact animals made up the group I, rats after surgery (laparotomy + peritoneal scarification) comprised the group II. The rats of the group III were once i/p injected with 2 ml of 5 % solution of oxidized dextran (40 kDa) after surgery. The group IV received 2 ml of saline solution. The content of total and sulfated glycosaminoglycans (tGAG and sGAG), protein-bound hydroxyproline (proHyp), and the activity of matrix metalloproteinases (MMP) were measured in blood serum on days 7, 14, and 21 after operation.

Results. In group II, an increased content of tGAG, sGAG, and proHyp was noted during all periods of the adhesive process. An activation of MMP for 21 days was observed as compared to the group I. In the group III, the content of tGAG and proHyp was reduced as the adhesive process developed. At the same time, an increase in the content of sGAG and a decrease in tGAG by 21 days allows for a decrease in hyaluronan. In the group IV, the content of proHyp and tGAG was higher during all periods of the adhesive process, and the activity of MMP was greater by 7 days relative to the data of the group III.

Conclusion. The oxidized dextran after surgery led to a decrease in the content of proHyp and tGAG, which can be considered as an evidence of the oxidized dextran antifibrotic effect.

Key words: postoperative adhesions; oxidized dextran; hydroxyproline; collagen; glycosaminoglycans; extracellular matrix; matrix metalloproteinases; blood serum.

Несмотря на значимые достижения в хирургической практике, активное внедрение лапароскопических вмешательств, их

превалирование в последние годы перед лапаротомией, частота раз-

вития спаечной болезни брюшины остается самым частым послеоперационным осложнением в абдо-

Для цитирования: Ким Л.Б., Путяткина А.Н., Русских Г.С., Комков Н.А. ВЛИЯНИЕ ОКИСЛЕННОГО ДЕКСТРАНА НА СПАЕЧНЫЙ ПРОЦЕСС У КРЫС //ПОЛИТРАВМА / POLYTRAUMA. 2023. № 1, С. 83-88.

Режим доступа: <http://poly-trauma.ru/index.php/pt/article/view/449>

DOI: 10.24412/1819-1495-2023-1-83-88

минальной хирургии [1]. По данным одних исследователей, спайки образуются у 79-90 % пациентов, перенесших открытую абдоминальную или тазовую хирургию [2], по данным других — у 93-100 % [3]. Частота спаечных осложнений в малоинвазивной гинекологии, по данным различных авторов, составляет 55-97 %, однако по данным аутопсии спайки в брюшной полости встречаются значительно чаще [4].

Спаечная болезнь брюшины становится тяжелым бременем для здравоохранения, поскольку из-за сложности подходов увеличивается число повторных операций и их длительность, пребывание пациентов в стационаре, требуется расширение объема диагностических процедур. Также создаются проблемы для каждого пациента, так как наличие спаек часто сопровождается развитием снижающих качество жизни осложнений, наиболее частые из которых — хронические боли в животе и области таза [5], женское бесплодие [6] и самое грозное осложнение, вызывающее высокую летальность, — острая кишечная непроходимость [7].

По данным Международного спаечного общества (International Adhesions Society, 2001), после первой лапаротомии спаечная болезнь брюшины развивается в 14 % случаев, после третьей — в 96 %. При этом 1 % прооперированных ранее пациентов ежегодно нуждается в лечении по поводу спаечной болезни брюшины в хирургических отделениях. У 50-75 % пациентов заболевание осложняется развитием кишечной непроходимости, летальность при которой составляет 13-55 %. При этом консервативное лечение спаечной болезни брюшины малоэффективно, а оперативное дает рецидивы в 32-71 % случаев.

В связи со сказанным особую актуальность приобретает проблема предотвращения образования спаек. В мировой практике используются несколько терапевтических стратегий. Некоторые из них представляют собой местные воздействия, включая атравматичную хирургическую технику с адекватным гемостазом и минимизацией высывания открытых участков тканей,

рассматриваемую как «золотой стандарт» [8], а также использование вязких жидкостей для гидрофлотации и биорезорбируемые мембранные барьеры [9-11]. Однако такие барьеры малоприменимы в малоинвазивной лапароскопической хирургии, которая становится более частой операцией в последние годы [12].

Возможность применения декстрана при спаечной болезни брюшины обсуждалась раньше. Сообщалось, что после миомэтомии орошение брюшной полости декстраном 40 (ММ 40 кДа) на 7-е сутки лапароскопически выявлено 29,4 % спаек брюшины против 69 % в контрольной группе [13]. Введение окисленного декстрана 40 (ОД, 40 кДа) после лапаротомии у крыс привело к снижению количества спаек в брюшной полости и объемной плотности коллагена в них [14], основного компонента внеклеточного матрикса (ВКМ). Однако механизм действия окисленного декстрана на динамику спаечного процесса остается неизвестным.

Цель исследования — изучить влияние окисленного декстрана на содержание отдельных компонентов внеклеточного матрикса у крыс при моделировании спаечного процесса.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование выполняли на 50 крысах линии Wistar (2-месячные самцы массой 215 ± 22 г). Уход за животными и эксперименты проводились в соответствии с требованиями и принципами Европейской конвенции о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях (Страсбург, 18.03.1986 г.), и консенсусного руководства по вопросам этики и благополучия животных, разработанного Международной ассоциацией редакторов ветеринарных журналов. Исследование было одобрено локальным этическим комитетом ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр фундаментальной и трансляционной медицины» (протокол № 31 от 27 декабря 2022 г.).

Животные содержались в стандартных лабораторных условиях

со свободным доступом к питьевой воде, корму и были случайным образом разделены на четыре группы по 5 крыс в каждой. Группу I составили крысы контрольной группы (интактные). У остальных животных моделировали спаечный процесс по модификации, которая подробно описана [14]. Соблюдая правила асептики и антисептики, животным под наркозом (внутримышечно вводили смесь тилетамидна гидрохлорида и золазепамом из расчета 1 мл/кг массы тела) через лапаротомную рану выводили петли кишечника на стерильные салфетки. Проводили скарификацию париетальной брюшины и сальника. Петли кишечника подсушивали, погружали в брюшную полость, операционную рану послойно ушивали (брюшину — кетгутом 2/0, кожу — SERAFIT 2/0), операционное поле обрабатывали 70%-ным раствором этанола. Крысы группы II предназначались для сравнения с контрольными животными группы I. Крысам группы III после лапаротомии перед наложением последнего шва в брюшную полость однократно вводили стерильно 2 мл 5%-ного раствора ОД 40 (степень окисления до 10 % в физиологическом растворе). Крысам группы IV вводили 2 мл физиологического раствора. Животных выводили из эксперимента под наркозом методом цервикальной дислокации на 7, 14, 21-е сутки после оперативного вмешательства.

В сыворотке крови животных оценивали содержание общих ГАГ (оГАГ) [15], сульфатированных ГАГ (сГАГ) [16], фракции белково-связанного гидроксипролина (белГОП) [17]. Активность матриксных металлопротеиназ (ММП) исследовали спектрофлуориметрическим методом с использованием субстрата FS-1 [18].

Для статистической обработки полученных результатов использовали пакет прикладных программ Statistica v. 10. В связи с тем, что в большинстве случаев распределение признаков в выборках не подчинялось закону нормального распределения, использовали непараметрический метод, учитывали медиану (Me [25-й; 75-й перцентиль]). Для проверки статистиче-

ской гипотезы разности значений для двух независимых переменных использовали U-критерий Манна–Уитни. Критическим уровнем значимости при проверке статистической гипотезы принимали $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

На 7-е сутки после операции у животных группы II содержа-

ние оГАГ в сыворотке крови примерно в 2 раза, сГАГ — 1,2 раза и белГОП — 1,8 раза превышало данные крыс группы I (табл.). На 21-е сутки отмечено снижение содержания оГАГ в сыворотке крови относительно данных на 7-е и 14-е сутки. Динамика белГОП была иной: зафиксировано снижение на 14-е сутки и повышение на 21-е сутки. Активность ММП, снижен-

ная на 7-е сутки относительно данных контроля, увеличивалась на 14-е сутки, достигнув максимальных значений на 21-е сутки. Для этой группы крыс характерно повышенное содержание оГАГ, сГАГ, белГОП и низкая активность ММП на 7-е сутки относительно группы I (контроля), что, по-видимому, способствовало накоплению компонентов ВКМ и развитию фиброза.

Таблица
Динамика компонентов внеклеточного матрикса в сыворотке крови крыс, Ме [25-й; 75-й перцентиль]
Table
Dynamics of extracellular matrix components in rat blood serum, Me [25th; 75th percentile]

Показатель Parameter	Сутки Days	Группа / Group				p
		Интактные животные (I группа) Intact animals (Ist group)	Без лечения (II группа) Untreated (IIInd group)	ОД (III группа) OD (IIIId group)	NaCl (IV группа) NaCl (IVth group)	
Общие ГАГ, мМ/л Total GAG, mM/l	7	0.50 [0.45; 0.85]	1.10 [1.09; 1.11]	0.80 [0.73; 0.84]	1.30 [1.15; 1.50]	1-2, p = 0.001 1-4, p = 0.0005 2-3, p = 0.0005 2-4, p = 0.025 3-4, p = 0.0002
	14		1.10 [1.10; 1.15]	0.66 [0.60; 0.77]	1.80 [1.79; 1.80]	1-2, p = 0.0009 1-4, p = 0.0005 2-3, p = 0.0005 2-4, p = 0.0005 3-4, p = 0.0005
	21		1.00 [1.00; 1.01]	0.60 [0.50; 0.65]	1.45 [1.39; 1.54]	1-2, p = 0.004 1-4, p = 0.0005 2-3, p = 0.0005 2-4, p = 0.0005 3-4, p = 0.0005
p			7-21, p = 0.0005 14-21, p = 0.0005	7-21, p = 0.002	7-14, p = 0.0003 14-21, p = 0.0005	
сГАГ, мкг/мл sGAG, µg/ml	7	11.78 [11.05; 12.40]	14.60 [14.18; 14.91]	14.27 [14.11; 14.83]	17.47 [15.55; 17.79]	1-2, p = 0.0005 1-3, p = 0.0005 1-4, p = 0.0005 2-4, p = 0.004 3-4, p = 0.003
	14		14.11 [12.58; 15.87]	13.14 [13.11; 13.18]	17.47 [16.99; 17.95]	1-2, p = 0.012 1-3, p = 0.002 1-4, p = 0.0005 2-4, p = 0.005 3-4, p = 0.0005
	21		13.30 [12.98; 14.96]	17.29 [17.19; 17.44]	16.04 [16.03; 16.55]	1-2, p = 0.009 1-3, p = 0.0005 1-4, p = 0.0005 2-3, p = 0.0002 2-4, p = 0.003 3-4, p = 0.0002
p			-	7-14, p = 0.0001 7-21, p = 0.0005 14-21, p = 0.0005	14-21, p = 0.002	

Белково-связанный ГОП, мкг/мл Ptoein-bound Hyp, µg/ml	7	14.60 [14.35; 15.23]	27.00 [25.90; 27.48]	19.40 [18.82; 19.70]	22.00 [20.75; 24.65]	1-2, p = 0.0005 1-3, p = 0.0005 1-4, p = 0.0005 2-3, p = 0.0005 2-4, p = 0.003 3-4, p = 0.008
	14		25.20 [24.00; 26.05]	17.40 [17.40; 17.41]	24.60 [23.40; 25.30]	1-2, p = 0.0005 1-3, p = 0.0005 1-4, p = 0.0005 2-3, p = 0.0005 3-4, p = 0.0005
	21		29.10 [28.00; 30.78]	14.89 [14.83; 14.95]	25.50 [25.47; 25.90]	1-2, p = 0.0005 1-4, p = 0.0005 2-3, p = 0.0005 2-4, p = 0.002 3-4, p = 0.0005
p			7-14, p = 0.028 7-21, p = 0.016 14-21, p = 0.002	7-14, p = 0.0005 7-21, p = 0.0005 14-21, p = 0.0005	7-21, p = 0.009 14-21, p = 0.023	
Активность ММП, мМ/л/час MMP activity, mM/l/h	7	210.70 [210.15; 212.90]	203.97 [202.75; 205.15]	215.30 [213.25; 215.70]	216.70 [216.68; 216.72]	1-2, p = 0.0005 1-3, p = 0.009 1-4, p = 0.0005 2-3, p = 0.0005 2-4, p = 0.0005 3-4, p = 0.009
	14		212.30 [206.80; 258.05]	210.30 [209.25; 210.79]	215.90 [212.25; 224.50]	-
	21		218.75 [218.57; 218.99]	216.89 [216.01; 217.91]	216.20 [214.70; 216.90]	1-2, p = 0.0005 1-3, p = 0.0001 1-4, p = 0.0007 2-3, p = 0.004 2-4, p = 0.0006
p			7-14, p = 0.016 7-21, p = 0.0005	7-14, p = 0.0004 7-21, p = 0.016 14-21, p = 0.0005	-	

Примечание: ОД – окисленный декстран, NaCl – физиологический раствор, сГАГ – сульфатированные гликозаминогликаны, ГОП – гидроксипролин, ММП – матричные металлопротеиназы.

Note: OD – oxidized dextran, NaCl – saline solution, sGAG – sulfated glycosaminoglycans, Hyp – hydroxyproline, MMP – matrix metalloproteinases.

У животных группы III содержание оГАГ в сыворотке крови во все периоды наблюдения ниже, чем в группе II, при этом минимальное содержание было на 21-е сутки (табл.). Содержание же сГАГ было выше, чем в группе I. Оно не отличалось на 7-е и 14-е сутки от данных группы II, но на 21-е сутки оказалось повышенным. Содержание белГОП снижалось во все периоды наблюдения относительно данных группы II и на 21-е сутки уже не отличалось от их содержания в группе I. Активность ММП в группе III была повышена на 7-е сутки, не отличалась на 14-е сутки и оказалась сниженной к 21-м суткам по сравнению с данными группы II.

У животных группы IV содержание оГАГ в сыворотке крови во все периоды наблюдения, сГАГ на 7-е и 14-е сутки превышали данные группы III (табл.). Оба показателя были выше относительно данных группы II. Содержание белГОП повышалось с 7-х суток, достигнув максимума на 21-е сутки, что обеспечило превышение данных группы III. При этом их содержание на 7-е и 21-е сутки оказалось ниже, чем в группе II в эти же сроки. Активность ММП на 7-е сутки была выше, чем в группе III в этот же период. Полученные данные свидетельствуют о влиянии введения растворителя (физиологического раствора) на метаболизм основных компонентов ВКМ, но менее значи-

мые, чем в группе прооперированных животных без введения окисленного декстрана.

Таким образом, введение окисленного декстрана после лапаротомии и скарификации брюшины привело к снижению содержания оГАГ и белГОП в сыворотке крови по мере прогрессирования спайкообразования, увеличению содержания сГАГ и активации ММП на 21-е сутки по сравнению с данными крыс, которым не вводили окисленный декстран. Можно заключить, что увеличение содержания сГАГ на фоне снижения оГАГ в конце эксперимента предполагает снижение содержания несulfатированных ГАГ (гиалуронан). Снижение содержания белГОП свидетель-

ствуется о подавлении фиброгенеза, связанного с активацией ММП. В целом наблюдается снижение содержания основных компонентов ВКМ.

ОБСУЖДЕНИЕ

Заживление брюшины после травмы — закономерный процесс, и участие внеклеточного матрикса происходит по типу физиологического ремоделирования внеклеточного матрикса. Однако, как показывает практика, процесс часто развивается по типу патологического ремоделирования внеклеточного матрикса с избыточным развитием фиброзной ткани в виде спаек.

В настоящее время нет эффективных методов решения проблемы прогноза образования спаек [19]. Существующие методы (физические барьеры, отдельные фармакологические средства, генная терапия и др.) не зарекомендовали себя как оптимальные средства предотвращения образования адгезии [20, 21]. Безуспешность в предотвращении перитонеальных спаек обусловлена многофакторной природой патогенеза спаечного процесса. Поскольку он динамичен и в нем задействованы многие процессы и системы, такие как воспаление, фибрин/фибринолиз, фиброгенез/фибролиз, гипоксия/ангиогенез, апоптоз/пролиферация и связанные с ними системы регуляции, эффективным может оказаться только средство или подход, оказывающий влияние на как можно большее число звеньев патогенеза.

Известно, что декстран 40 — полисахарид, обладающий антитромботическим и антитромбоцитарным действием, усиливающий эндогенный фибринолиз, одновременно снижает адгезию тромбоцитов к фактору Виллебранда и активацию тромбоцитов тромбином [22]. Усиление фибринолиза связывают с увеличением плазмينا из-за блокады поглощения тканевого активатора плазминогена декстраном *in vivo* рецептором маннозы на эндотелиальных клетках печени. В нашей работе мы использовали ОД 40. Предполагалось, что окислительная модификация декстрана — ОД 40 расширит эффекты декстрана, оказывая влияние на систему фиброгенез/фибролиз, тем самым действуя еще на другое звено патогенеза спаечного процесса, а именно патологическое ремоделирование внеклеточного матрикса. Действительно, в группе III у крыс после введения ОД 40 снижалось содержание белГОВ и оГАГ при отсутствии различий в содержании сГАГ, что, по-видимому, свидетельствует о подавлении фиброгенеза и снижении содержания гиалурона, маркера фиброза. Можно полагать, что эти эффекты обусловлены действием окисленного декстрана на такие звенья патогенеза спаечного процесса как фибрин/фибринолиз и фиброгенез/фибролиз.

Полученные данные нашли отражение в результатах морфологических исследований спаек [14]. Авторы обнаружили снижение объемной плотности коллагена в спайках брюжейки у крыс на 7-е и 21-е сут-

ки после введения ОД 40 на модели спайкообразования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Однократное использование ОД 40 у крыс группы III с целью предотвращения образования спаек после хирургического вмешательства продемонстрировало антифибротическое действие. Об этом свидетельствуют снижение белГОВ, оГАГ при отсутствии различий в содержании сГАГ на 7-е и 14-е сутки относительно данных группы II. Не исключено, что это действие сочетается с известным антитромботическим, антитромбоцитарным и фибринолитическим действием декстрана 40. Для изучения влияния ОД 40 на другие звенья патогенеза необходимы дальнейшие исследования.

Благодарность

Авторы выражают благодарность сотрудникам лаборатории биосовместимых наночастиц, наноматериалов и средств адресной доставки ФИЦ ФТМ (рук. к.м.н. Троцкий А.В.) за предоставленные образцы ОД 40.

Информация о финансировании и конфликте интересов

Исследование выполнено в рамках государственного задания № 122032300155-4 с использованием оборудования ЦКП «Современные оптические системы».

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

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

- Blackwell RH, Kothari AN, Shah A, Gange W, Quek ML, Luchette FA, et al. Adhesive bowel obstruction following urologic surgery: improved outcomes with early intervention. *Curr Urol*. 2018; 11(4): 175-181. DOI: 10.1159/000447215
- Stommel MWJ, Ten Broek RPG, Strik C, Slooter GD, Verhoef C, Grünhagen DJ, et al. Multicenter observational study of adhesion formation after open- and laparoscopic surgery for colorectal cancer. *Ann Surg*. 2018; 267(4): 743-748. DOI: 10.1097/SLA.0000000000002175
- Chousleb E, Shuchleib S, Chousleb A. Laparoscopic management of intestinal obstruction. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech*. 2010; 20(5): 348-350. DOI: 10.1097/SLE.0b013e3181f5b7fc
- Birchak IV, Borsuk OA. Peculiarities of adhesion process prevention following laparoscopic operations in gynecology. *Deutscher Wissenschaftsberichter*. 2019; (1): 23-25. DOI: 10.19221/201915
- van den Beukel BA, de Ree R, van Leuven S, Bakkum EA, Strik C, van Goor H, et al. Surgical treatment of adhesion-related chronic abdominal and pelvic pain after gynaecological and general surgery: a systematic review and meta-analysis. *Hum Reprod Update*. 2017; 23(3): 276-288. DOI: 10.1093/humupd/dmx004
- Lundorff P, Brölmann H, Koninckx PR, Mara M, Wattiez A, Wallwiener M, et al. Anti-adhesions in gynaecology expert panel ('ANGEL'). Predicting formation of adhesions after gynaecological surgery: development of a risk score. *Arch Gynecol Obstet*. 2015; 292(4): 931-938. DOI: 10.1007/s00404-015-3804-0
- ten Broek RP, Bakkum EA, Laarhoven CJ, van Goor H. Epidemiology and prevention of postsurgical adhesions revisited. *Ann Surg*. 2016; 263(1): 12-19. DOI: 10.1097/SLA.0000000000001286
- Beyene RT, Kavalukas SL, Barbul A. Intra-abdominal adhesions: Anatomy, physiology, pathophysiology, and treatment. *Curr Probl Surg*. 2015; 52(7): 271-319. DOI: 10.1067/j.cpsurg.2015.05.001
- Christodoulidis G, Tsilioni I, Spyridakis ME, Kiropoulos T, Oikonomidi S, Koukoulis G, et al. Matrix metalloproteinase-2 and -9 serum levels as potential markers of intraperitoneal adhesions.

- J. Invest. Surg.* 2013; 26(3): 134-140. DOI: 10.3109/08941939.2012.730599
10. Tang J, Xiang Z, Bernards MT, Chen S. Peritoneal adhesions: Occurrence, prevention and experimental models. *Acta Biomater.* 2020; 116: 84-104. DOI: 10.1016/j.actbio.2020.08.036
 11. Herrick SE, Wilm B. Post-surgical peritoneal scarring and key molecular mechanisms. *Biomolecules.* 2021; 11(5): 692. DOI: 10.3390/biom11050692
 12. van Steensel S, van den Hil LCL, Schreinemacher MHF, Ten Broek RPG, van Goor H, Bouvy ND. Adhesion awareness in 2016: An update of the national survey of surgeons. *PLoS One.* 2018; 13(8): e0202418. DOI: 10.1371/journal.pone.0202418
 13. Tsuji S, Takahashi K, Yomo H, Fujiwara M, Kita N, Takebayashi K, et al. Effectiveness antiadhesion barriers in preventing adhesion after myomectomy in patients with uterine leiomyoma. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol.* 2005; 123(2): 244-248. DOI: 10.1016/j.ejogrb.2005.04.012
 14. Karpov MA, Shkurupy VA, Troitskii AV. The study of efficiency of the approach to prevent the adhesions in the abdominal cavity of rats. *Bull Exp Biol Med.* 2021; 171(4): 416-420. DOI: 10.1007/s10517-021-05240-1
 15. Klyatskin SA, Lifshits RI. Determination of glycosaminoglycans by the orcin method in the blood of patients. *Lab delo.* 1989; (10): 51-53. Russian (Кляцкин С.А., Лифшиц Р.И. Определение гликозаминогликанов орциновым методом в крови больных //Лабораторное дело. 1989. № 10. С. 51-53.)
 16. Oke SL, Hurtig MB, Keates RA, Wright JR, Lumsden JH. Assessment of three variations of the 1,9-dimethylmethylene blue assay for measurement of sulfated glycosaminoglycan concentrations in equine synovial fluid. *Am J Vet Res.* 2003; 64(7): 900-906. DOI: 10.2460/ajvr.2003.64.900
 17. Sharaev PN, Strelkov NS, Kil'diyarova RR, Butolin EG, Ozhegov AM. Connective tissue in childhood. Izhevsk: Izhevsk State Medical Academy, 2005. 1144 p. Russian (Шараев П.Н., Стрелков Н.С., Кильдиярова Р.Р., Бутолин Е.Г., Ожегов А.М. Соединительная ткань в детском возрасте. Ижевск: Ижевск. гос. мед. акад., 2005. 144 с.)
 18. Poteryaeva ON, Russkikh GS, Chernysheva AS, Mokrushnikov PV. Method for determining the activity of matrix metalloproteinases in serum. *Journal of Siberian Medical Sciences.* 2010; (6): 9. Russian (Потеряева О.Н., Русских Г.С., Чернышова А.С., Мокрушников П.В. Метод определения активности матриксных металлопротеиназ в сыворотке крови //Медицина и образование в Сибири. 2010. № 6. С. 9.)
 19. Dairbekov AZh, Tileuberdi ZhT, Kuanyshbaev NE, Turdieva ZR, Shaki D. Prediction and prevention of adhesion formation of the abdominal cavity. *ISJM.* 2015; 1(1): 22-25.
 20. Atta HM. Prevention of peritoneal adhesions: A promising role for gene therapy. *World J Gastroenterol.* 2011; 17(46): 5049-5058. DOI: 10.3748/wjg.v17.i46.5049
 21. Brochhausen C, Schmitt VH, Planck CN, Rajab TK, Hollemann D, Tappich C, et al. Current strategies and future perspectives for intraperitoneal adhesion prevention. *J Gastrointest Surg.* 2012; 16(6): 1256-1274. DOI: 10.1007/s11605-011-1819-9
 22. Jones CI, Payne DA, Hayes PD, Naylor AR, Bell PRF, Thompson MM, Goodall AH. The antithrombotic effect of dextran-40 in man is due to enhanced fibrinolysis in vivo. *J Vasc Surg.* 2008; 48(3): 715-722. DOI: 10.1016/j.jvs.2008.04.008

Сведения об авторах:

Ким Л.Б., д.м.н., главный научный сотрудник, руководитель группы биохимии соединительной ткани, ФГБНУ ФИЦ ФТМ, г. Новосибирск, Россия.

Путяткина А.Н., к.м.н., научный сотрудник группы биохимии соединительной ткани, ФГБНУ ФИЦ ФТМ, г. Новосибирск, Россия.

Русских Г.С., к.б.н., старший научный сотрудник лаборатории медицинской биотехнологии, ФГБНУ ФИЦ ФТМ, г. Новосибирск, Россия.

Комков Н.А., аспирант, ФГБНУ ФИЦ ФТМ, г. Новосибирск, Россия.

Адрес для переписки:

Ким Лена Борисовна, ул. Тимакова 2, г. Новосибирск, Россия, 630117
Тел: +7 (383) 274-94-97
E-mail: lbkim@frcftm.ru

Статья поступила в редакцию: 29.12.2022

Рецензирование пройдено: 18.01.2023

Подписано в печать: 01.03.2023

Information about authors:

Kim L.B., MD, PhD, chief researcher, head of connective tissue biochemistry group, Federal Research Center of Fundamental and Translational Medicine, Novosibirsk, Russia.

Putyatina A.N., candidate of medical sciences, researcher, connective tissue biochemistry group, Federal Research Center of Fundamental and Translational Medicine, Novosibirsk, Russia.

Russkikh G.S., candidate of biological sciences, senior researcher, laboratory of medical biotechnology, Federal Research Center of Fundamental and Translational Medicine, Novosibirsk, Russia.

Komkov N.S., postgraduate student, Federal Research Center of Fundamental and Translational Medicine, Novosibirsk, Russia.

Address for correspondence:

Kim Lena Borisovna, Timakova St., 2, Novosibirsk, Russia, 630117
Tel: +7 (383) 274-94-97
E-mail: lbkim@frcftm.ru

Received: 29.12.2022

Review completed: 18.01.2023

Passed for printing: 01.03.2023



ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КЕРАМИЧЕСКОЙ 3D-ПЕЧАТИ ДЛЯ ЗАДАЧ ТКАНЕВОЙ ИНЖЕНЕРИИ: ОБЗОР

USING CERAMIC 3D PRINTING FOR TISSUE ENGINEERING: A REVIEW

Билялов А.Р. Bilyalov A.R.
 Минасов Б.Ш. Minasov B.Sh.
 Якупов Р.Р. Yakupov R.R.
 Акбашев В.Н. Akbashev V.N.
 Рафикова Г.А. Rafikova G.A.
 Бикмеев А.Т. Bikmееv A.T.
 Чугунов С.С. Chugunov S.S.
 Киреев В.Н. Kireev V.N.
 Павлов В.Н. Pavlov V.N.
 Кжышкова Ю.Г. Kzhyshkovska Yu.G.

ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России,
 ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий»,
 г. Уфа, Россия,

Автономная некоммерческая образовательная организация
 высшего образования «Сколковский институт науки
 и технологий»,
 г. Москва, Россия,

Национальный исследовательский Томский
 государственный университет,
 г. Томск, Россия

Bashkir State Medical University,
 Ufa University of Science and Technology,
 Ufa, Russia,

Skolkovo Institute of Science and Technology,
 Moscow, Russia,

National Research Tomsk State University,
 Tomsk, Russia

Реконструкция дефектов костной ткани – актуальная проблема современной хирургии. Реконструктивная медицина обладает большим потенциалом для восстановления или замены тканей и органов при их травмах и заболеваниях. Ежегодно около четырех миллионов операций проводится с применением костных имплантов, используемых для замещения дефектов костной ткани, возникших в результате травм, инфекций, новообразований и др. Существует большой выбор материалов, используемых для реконструкции дефектов костной ткани.

Цель – обобщить современные данные и дать представление о некоторых биокерамических материалах, используемых в настоящее время в области реконструкции костной ткани, методах изготовления имплантов, а также о их свойствах и клиническом применении.

Материалы и методы. Обзор литературы был проведен по базе научных статей PubMed, eLibrary, Cochrane Library за период 2017-2022 гг.

Результаты. На основании литературных данных в обзоре представлены перспективные направления по модификации керамических имплантов для улучшения механических, физических характеристик, стимулирования процессов регенерации и использования их качестве систем доставки лекарственных средств для лечения инфекционных, онкологических и других заболеваний.

Заключение. Не существует единого мнения по оптимальной структуре, методам изготовления, модификации импланта. Поэтому необходимы дальнейшие исследования для определения «золотого стандарта» в изготовлении керамических имплантов.

Reconstruction of bone defects is one of actual problem of modern surgery. Reconstructive medicine has great potential to repair or replace tissues after trauma or disease. Every year, about four million operations are carried out using bone implants for replacing bone defects after injuries, infections, tumors and other causes. There is a large selection of materials used for the reconstruction of bone tissue defects.

Objective – to summarize current data and give an idea of some of the bioceramic materials currently used in the field of bone tissue reconstruction, implant manufacturing methods, as well as their properties and clinical applications.

Materials and methods. The review was conducted on the bases of scientific articles from PubMed, eLibrary and Cochrane Library (2017-2022).

Results. Based on the literature data, the review presents promising directions for modifying ceramic implants to improve mechanical and physical characteristics, stimulate regeneration processes and use them as drug delivery systems for the treatment of infectious, oncological and other diseases.

Conclusion. There is no single opinion on the optimal structure, method of manufacture and modification of the implant. Therefore, further research is needed to define the «gold standard» in the manufacture of ceramic implants.



Для цитирования: Билялов А.Р., Минасов Б.Ш., Якупов Р.Р., Акбашев В.Н., Рафикова Г.А., Бикмеев А.Т., Чугунов С.С., Киреев В.Н., Павлов В.Н., Кжышкова Ю.Г. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КЕРАМИЧЕСКОЙ 3D-ПЕЧАТИ ДЛЯ ЗАДАЧ ТКАНЕВОЙ ИНЖЕНЕРИИ: ОБЗОР //ПОЛИТРАВМА / POLYTRAUMA. 2023. № 1, С. 89-109.

Режим доступа: <http://poly-trauma.ru/index.php/pt/article/view/456>

DOI: 10.24412/1819-1495-2023-1-89-109

Ключевые слова: биокерамика; биокерамические импланты; скэф-
фолд; аддитивное производство; 3D-печать; модификация импланта;
регенерация костной ткани.

Key words: bioceramics; bioceramic implants; scaffold; additive man-
ufacturing; 3D printing; bone tissue engineering; implant modification;
bone tissue regeneration.

Восстановление «критического дефекта» костной ткани — актуальная проблема реконструктивной хирургии. Данный вид дефекта возникает из-за травм, инфекций, новообразований, аномалий развития скелета, системных заболеваний опорно-двигательной системы и при нарушении процессов регенерации кости. Дефект «критического размера» (1-2 см или более 50 % окружности) [52, 65] не восстанавливается самопроизвольно, несмотря на способности организма к регенерации, и требует дальнейшего хирургического вмешательства из-за склонности к образованию рубцовой ткани.

Один из вариантов лечения заключается в заполнении дефекта. Идеальный материал для замещения костной ткани должен быть биосовместимым, остеокондуктивным (стимулировать рост клеток костной ткани), остеоиндуктивным (стимулировать дифференцировку клеток-предшественников), биодеградируемым и способствовать заполнению дефекта вновь сформированной костной тканью, сохраняя при этом структуру кости и механическую прочность, особенно в сегментах, несущих осевую нагрузку [73]. Костная ткань является второй наиболее часто пересаживаемой тканью во всем мире, по меньшей мере, четыре миллиона операций ежегодно проводятся с использованием костных имплантов [38, 52, 65, 73].

Цель этой статьи — обобщение современных данных о некоторых биокерамических материалах, используемых в настоящее время в области реконструкции костной ткани, методах изготовления имплантов, а также о их свойствах и клиническом применении.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Обзор литературы был проведен в феврале-июле 2022 года по базе научных статей PubMed, eLibrary, Cochrane Library. Поиск проводился по ключевым словам: биокерамика, биокерамические импланты, скэффолд, аддитивное произ-

водство, 3D-печать, bioceramics, bioceramic implants, scaffold, additive manufacturing, 3D printing, bone tissue engineering, implant modification, bone tissue regeneration.

Из полученной выборки были отобраны статьи, наиболее подходящие тематике исследования, содержащие актуальные, значимые идеи, предпочтение отдавалось работам 2017-2022 гг. включительно. Мы рассматривали публикации независимо от языка, на котором они были опубликованы, без ограничений по дизайну исследований.

Биология костной ткани

Структура

Макроскопически кость делится на наружную кортикальную (компактную) и внутреннюю губчатую (трабекулярную). Кортикальный слой кости представляет собой плотную структуру с силой сжатия 130-200 Мпа [18, 46], с пористостью 5-10 %, в то время как губчатая кость имеет пористость 50-90 %. Кортикальная кость имеет значительно большую прочность на сжатие (100-230 Мпа), чем губчатая (2-12 Мпа) [15, 25, 48]. Микроскопической единицей строения кости является остеон (система Гаверса), размер которого составляет 100 мкм [18, 42]. По своему составу кость представляет собой гетерогенный композитный материал, включающий в себя минерал гидроксиапатита ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$), смешанный органический (коллаген I типа, липиды, неколагеновые белки), неорганические компоненты, воду и др. [73]. Костную ткань можно рассматривать как керамико-органический бионанокompозитный комплекс, органические компоненты которого обеспечивают гибкость, в то время как неорганические — прочность и ударную вязкость [12] (табл. 1).

Факторы роста

Регенерация кости — это сложный многостадийный биологический процесс. При восстановлении дефектов костной ткани регенеративный процесс может быть инду-

цирован рядом биоактивных имплантируемых материалов, клеток, внутриклеточных и внеклеточных молекулярных сигнальных путей для ускорения процессов регенерации [44]. Различные факторы, которые способствуют росту тканей, были обнаружены в месте повреждения скелета, они играют важную роль в физиологическом и репаративном заживлении переломов костей [66]. Факторы роста, такие как тромбоцитарный фактор роста (PDGF), костный морфогенетический белок (BMP), инсулиноподобный фактор роста (IGF), трансформирующий фактор роста (TGFs- α) и сосудистый эндотелиальный фактор роста (VEGF), представляют большой потенциал применения в заживлении костей и остеогенезе для регуляции поведения клеток, включая образование, миграцию, адгезию, пролиферацию и дифференцировку (табл. 2) [55].

Материалы, используемые в реконструктивной хирургии костной ткани

Для оптимизации регенерации костной ткани при дефектах требуются материалы с формой, структурой, размером пор, пористостью, которые наиболее приближены к структуре костной ткани и обеспечивают подходящую среду для ее восстановления (табл. 3, 4) [33].

Биокерамика

Классификация и общие свойства

Биокерамика — это большой класс специально разработанной керамики, используемой для восстановления и реконструкции поврежденных структур. Поскольку керамические материалы обладают высокой биосовместимостью и крайне редко приводят к отторжению импланта, а также имеют схожий биологический состав с костной тканью, обладают биоактивностью, остеокондуктивностью, остеоиндукцией и имеют хорошие механические свойства, этот класс все чаще используется в качестве материала для замещения дефек-

Таблица 1
Химический состав кости [18, 42]
Table 1
The chemical composition of bone [18, 42]

Неорганическая фаза Inorganic phase	Органическая фаза Organic phase
Гидроксиапатит – 60 % Hydroxyapatite – 60 %	Коллаген – 20 % Collagen – 20 %
H ₂ O – 9 %	Полисахариды, липиды, цитокины Polysaccharides, lipids, cytokines
Na ⁺ - 0,7 %	Клетки костной ткани: остеобласты, остеоциты, остеокласты Bonecells: osteoblasts, osteocytes, osteoclasts
Mg ²⁺ – 0,5 %	
Cl ⁻ – 0,13 %	
Другие: K ⁺ , F ⁻ , Zn ²⁺ , Fe ²⁺ , Cu ²⁺ , Sr ²⁺ , Pb ²⁺ Others: K ⁺ , F ⁻ , Zn ²⁺ , Fe ²⁺ , Cu ²⁺ , Sr ²⁺ , Pb ²⁺	

Таблица 2
Факторы роста кости и их функции [3, 8, 24, 26-29, 32, 55, 56, 71, 75]
Table 2
Bone growth factors and their functions [3, 8, 24, 26-29, 32, 55, 56, 71, 75]

Фактор регенерации Regeneration factor	Основные формы Main forms		Источник Source	Функции Functions
Остеогенные факторы Osteogenic factors	BMP	BMP-2	Мезенхимальные клетки, остеобласт, хондроцит, эндотелиальные клетки Mesenchymal cells, osteoblast, chondrocyte, endothelial cells	Синтез, пролиферация и гипертрофия матрикса хондроцитов Synthesis, proliferation and hypertrophy of chondrocyte matrix
		BMP-4		Рост и дифференцировка МСК и остеобластов Growth and differentiation of MSCs and osteoblasts
		BMP-7		Увеличение синтеза внеклеточного матрикса Increase in extracellular matrix synthesis
	TGF-β		Мезенхимальные клетки, остеобласт, хондроцит, эндотелиальные клетки, тромбоциты, фибробласты, медиаторы воспаления Mesenchymal cells, osteoblast, chondrocyte, endothelial cells, platelets, fibroblasts, inflammatory mediators	Дифференцировка хрящевой и костной ткани, ангиогенез, формирование костного мозга Differentiation of cartilage and bone tissue, angiogenesis, bone marrow formation
Ангиогенные факторы Angiogenic factors	VEGF		Тромбоциты, остеобласты, хондроциты Platelets, osteoblasts, chondrocytes	Способствует пролиферации, дифференцировке и миграции эндотелиальных клеток, приводит к образованию сосудов и способствует регуляции и апоптозу хондроцитов, ремоделированию хряща, окостенению растущих пластин внутри хряща и миграции остеобластов Promotes proliferation, differentiation and migration of endothelial cells, leads to the formation of vessels and promotes the regulation and apoptosis of chondrocytes, cartilage remodeling, ossification of growing plates within the cartilage and osteoblast migration
	PDGF		Тромбоциты, остеобласты, клетки и медиаторы воспаления, эндотелиальные клетки Platelets, osteoblasts, inflammatory cells and mediators, endothelial cells	Повышает экспрессию VEGF, способствует созреванию сосудов, стимулирует пролиферацию остеобластов, индуцирует хемотаксис МСК для поддержания формирования сосудистой системы Increases VEGF expression, promotes vascular maturation, stimulates osteoblast proliferation, induces MSC chemotaxis to support vascular formation

	FGF	Мезенхимальные клетки, остеобласты, хондроциты, клетки и медиаторы воспаления, эндотелиальные клетки Mesenchymal cells, osteoblasts, chondrocytes, inflammatory cells and mediators, endothelial cells	Активирует пролиферацию и миграцию эндотелиальных клеток через несколько сигнальных путей для содействия ангиогенезу Activates endothelial cell proliferation and migration through multiple signaling pathways to promote angiogenesis
	IGF	Остеобласты, хондроциты, гепатоциты, эндотелиальные клетки Osteoblasts, chondrocytes, hepatocytes, endothelial cells	Митогенный фактор, влияет на рост зрелых клеток, поддерживает рост и дифференцировку эмбриональных клеток, стимулирует пролиферацию остеобластов, приводит к усилению остеоинтеграции Mitogenic factor, affects the growth of mature cells, supports the growth and differentiation of embryonic cells, stimulates the proliferation of osteoblasts, leads to increased osseointegration
Провоспалительные факторы Pro-inflammatory factors	Интерлейкины Interleukins	Т и В-лимфоциты, макрофаги, тучные клетки, фибробласты, стромальные клетки T and B lymphocytes, macrophages, mast cells, fibroblasts, stromal cells	Участие в сигнальной системе остеобластов и остеоцитов, поддерживает развитие костно-резорбирующих остеокластов, действуя на ранней стадии остеобластной линии Participation in the signaling system of osteoblasts and osteocytes, supports the development of bone-resorbing osteoclasts, acting at an early stage of the osteoblastic lineage
	Интерфероны Interferons		Активирует дифференцировку остеобластов и ингибирует слияние остеокластов Activates osteoblast differentiation and inhibits osteoclast fusion
	TNF- α		Непосредственно усиливает экспрессию RANKL остеоцитов и способствует образованию остеокластов It directly enhances osteocyte RANKL expression and promotes osteoclast formation
Системные факторы Systemic factors	Глюкокортикостероиды Glucocorticosteroids	Кора надпочечника Adrenal cortex	Препятствуют формированию костной ткани, стимулируют резорбцию Prevent bone formation, stimulate resorption

та кости [36, 59, 80]. Помимо этого керамика на основе природных компонентов обладает иммунологической инертностью, отсутствием токсичности и канцерогенности [30, 42]. Выделяют несколько видов керамики (табл. 5).

Биодеградируемая керамика

Гидроксиапатит

Гидроксиапатит ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$, ГА) является широко используемым биоактивным и биоразлагаемым фосфатом кальция, на долю которого приходится большинство неорганических компонентов костной ткани. Он имеет хорошую термодинамическую стабильность и схож с минеральной структурой костной ткани [33]. До 50 % по объему и 70 % по весу челове-

ческой кости представляет собой модифицированную форму ГА, что благоприятно влияет на адгезию и пролиферацию остеобластов [34, 77]. Механические и биологические свойства имплантов из ГА зависят от формы изготовления — пористые каркасы из гидроксиапатита обеспечивают лучшую структуру для адгезии, пролиферации и дифференцировки костной ткани по сравнению с монолитными блоками. При изготовлении пористого скэффолда из ГА его использование в качестве импланта в сегменте с высокой осевой нагрузкой ограничено ввиду низкой механической прочности по сравнению с костной тканью, но при изготовлении импланта из ГА в виде монолитного блока модуль Юнга выше, чем у

кости [46]. Помимо этого ГА имеет хороший потенциал для адгезии и роста мезенхимальных стволовых клеток (МСК) [51].

Трикальцийфосфат ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$)

Трикальцийфосфат (ТКФ) является распространенным биоактивным, биоабсорбируемым, биодеградируемым, биосовместимым материалом и по своей структуре аналогичен неорганической составляющей костной ткани и имеет минимальный риск отторжения [76]. Соотношение кальция и фосфора в ТКФ составляет 1,5, что близко к соотношению кальция и фосфора в естественной костной ткани — 1,66. Основным механизмом биоактивности ТКФ является частичное растворение и высвобождение ионов Ca^{2+} и P^{5+} in vitro

Таблица 3
Оптимальные характеристики и свойства импланта [73]
Table 3
Optimal characteristics and properties of the implant [73]

Характеристики Characteristics	Желательные свойства Desirable Properties
Биосовместимость Biocompatibility	Нетоксичные продукты распада Non-toxic degradation products
	На компоненты каркаса не возникает реакция воспаления и иммунное отторжение There is no inflammation reaction and immune rejection on the scaffold components
Биоразлагаемость Biodegradability	Контролируемая деградация каркаса, которая может дополняться ростом тканей Controlled scaffold degradation that can be supplemented by tissue growth
	Ферментативный или биологический путь разложения импланта Enzymatic or biological pathway of implant degradation
	Синтез собственного внеклеточного матрикса клетками, интегрирующиеся в каркас Synthesis of own extracellular matrix by cells integrating into the scaffold
Биоактивность Bioactivity	Взаимодействие между клетками организма и материалом импланта Interaction between body cells and implant material
	Остеокондукция и остеоиндукция Osteoconduction and osteoinduction
	Возможность включения биологических сигналов и факторов, стимулирующих рост, дифференцировку и пролиферацию клеток Possibility of initiation of biological signals and factors stimulating growth, differentiation and proliferation of cells
Структура каркаса Frame structure	Взаимосвязь пор, обеспечивающих диффузию и миграцию клеток Relationship of pores providing diffusion and migration of cells
	Микропористость, обеспечивающая большую площадь поверхности для взаимодействия клеток и каркасов Microporosity providing a large surface area for cell and scaffold interaction
	Макропористость, обеспечивающая миграцию клеток и врастание сосудистой сети Macroporosity enabling cell migration and ingrowth of the vasculature
	Достаточная пористость для облегчения врастания клеток без ослабления механических свойств Sufficient porosity to facilitate cell ingrowth without compromising mechanical properties
	Размер пор, адаптированный к целевой ткани и клеткам Pore size adapted to target tissue and cells
Механические свойства Mechanical properties	Прочность на сжатие, упругость и усталость, сравнимая с тканью хозяина, позволяющая осуществлять механорегуляцию клеток и сохранять структурную целостность in vivo Compressive strength, resilience and fatigue comparable to host tissue, allowing for cell mechanoregulation and structural integrity in vivo
	Материал каркаса, которым можно легко манипулировать в клинических условиях для лечения отдельных дефектов костей пациента Frame material that can be easily manipulated in the clinical setting to treat individual patient bone defects

и in vivo, которые используются организмом для формирования новой костной ткани [58, 77]. Существуют две структуры с различным расположением атомов: α -ТКФ и β -ТКФ.

α -ТКФ подвержен быстрой деградации, что приводит к неудачам в эксперименте при использовании импланта из α -ТКФ, поэтому недавние исследования были сосредоточены на β -ТКФ, а не на α -ТКФ [77]. Из-за своих механических свойств β -ТКФ не подходит для использования в сег-

ментах с высокой нагрузкой. Однако в сочетании с биоинертными полимерами он образует композит, который обладает оптимальными механическими свойствами и способностью к остеоинтеграции [23]. Биodeградация ТКФ происходит быстрее, чем биodeградация ГА [42].

ГА и β -ТКФ не являются взаимоисключающими материалами и могут быть использованы для создания композита. Двухфазные керамические каркасы способствуют повышенной пролиферации и диф-

ференцировке клеток по сравнению с монокомпонентными каркасами из ГА или β -ТКФ [17].

Soon-Ho Kwon и соавторы исследовали скорость разложения ГА и ТКФ как отдельно, так и в виде композита в соотношении 1 : 1. Результаты показали, что ТКФ демонстрировал самую высокую скорость растворения в растворе Рингера, в отличие от ГА, который имел самую низкую скорость. Двухфазный ГА/ТКФ показал скорость растворения ниже, чем ТКФ, но выше, чем ГА [35].

Таблица 4

Виды материалов, используемые для изготовления имплантов, и способы их производства [12, 16, 53, 60, 62, 68-70, 73]

Table 4

Types of materials used for the manufacture of implants and methods for their manufacture [12, 16, 53, 60, 62, 68-70, 73]

Материал Material	Виды материала Material types	Преимущества Advantages	Недостатки Disadvantages	Способы производства Production methods
Материалы костной ткани Bone materials	Аутоплант Autoplant	Гистосовместимость / Histocompatibility Иммунная инертность / Immun einertia Остеогенез / Osteogenesis Остеоиндукция / Osteoinduction Остеокондукция / Osteoconduction	Несоответствие размера дефекта и импланта / Discrepancy between the size of the defect and the implant Дополнительное оперативное вмешательство / Additional surgery Ограничение объема материала / Material volume limitation	Хирургический Surgical
	Аллоплант Alloplant	Гистосовместимость / Histocompatibility Остеоиндукция / Osteoinduction Остеокондукция / Osteoconduction Нет ограничений по объему забора материала / No restrictions on the amount of material taken	Риск иммунного отторжения / Risk of immune rejection Передача вирусной и бактериальной инфекции / Transmission of viral and bacterial infection Дополнительный этап обработки импланта / Additional stage of implant processing Несоответствие размера дефекта и импланта / Discrepancy between the size of the defect and the implant	
	Ксеноплант Xenoplant	Остеоиндукция / Osteoinduction Остеокондукция / Osteoconduction Нет ограничений по объему забора материала / No restrictions on the amount of material taken	Риск иммунного отторжения / Risk of immune rejection Передача вирусной и бактериальной инфекции / Transmission of viral and bacterial infection Дополнительный этап обработки импланта / Additional stage of implant processing Несоответствие размера дефекта и импланта / Mismatch between the size of the defect and the implant	
Металл Metal	Сплавы металлов (Хром, кобальт, титан и др.) Metal alloys (Chromium, cobalt, titanium, etc.)	Биосовместимость / Biocompatibility Высокая механические свойства и прочность / High mechanical properties and strength Доступность / Availability	Низкая способность к биологическому разложению / Low biodegradability Вторичное высвобождение ионов металлов / Secondary release of metal ions. Низкая устойчивость к циклическим нагрузкам / Low resistance to cyclic loads	SLA (стереофотография / stereolithography) SLM (селективное лазерное плавление / selective laser melting) SLS (селективное лазерное спекание / selective laser sintering) EBM (электронное лучевое плавление / electron beam melting) Powder metallurgy (порошковая металлургия) Vacuum foaming (вакуумное вспенивание) Directional solidification (направленная кристаллизация)

Полимеры Polymers	Синтетические Synthetic	Биodeградируемые (PLA, PGA, PLGA, PCL, PEG, PAAs) Biodegradable (PLA, PGA, PLGA, PCL, PEG, PAAs)	Биосовместимость и низкая токсичность / Biocompatibility and low toxicity Улучшенный контроль над физическими свойствами / Improved control over physical properties	Низкие механические свойства / Low mechanical properties Наличие природных примесей / The presence of natural impurities Гидрофобность / Hydrophobicity	Струйная печать / Inkjet printing Фотолитография / Photolithography Эмульсификация / Emulsification Электроспиннинг / Electrospinning SLA SLS/SLM EBM FDM (технология послойного наплавления / fused deposition modeling) Разделение фаз / Phase separation Сублимационная сушка / Freeze drying Вспенивание газом / Foaming with gas Inverse opal hydrogenation (инверсионная гидрогенизация) Self-assembly (самосборка)
		Небиodeградируемые (полиэтилен, полиуретан, PAA и др.) Non-biodegradable (polyethylene, polyurethane, PAA, etc.)			
	Натуральные Natural	Белковые (коллаген, фибрин, желатин, фибриноген и др.) Protein (collagen, fibrin, gelatin, fibrinogen, etc.)			
		Полисахариды (алгинаты, хитозаны и др.) Polysaccharides (alginates, chitosan, etc.)			
Биокерамика Bioceramics	Биоинертная Bioinert	Цирконий, оксид алюминия и др. Zirconium, aluminum oxide, etc.	Биоинертность / Bioinertness Биосовместимость / Biocompatibility Биокондуктивность / Bioconductivity Биоиндуктивность / Bioinductance Схожесть по составу с костной тканью / Similarity in composition with bone tissue	Хрупкий при монокомпонентном составе / Brittle with monocomponent composition Сложность управления скоростью резорбции, что приводит к снижению механической прочности / Difficulty in controlling the rate of resorption, which leads to a decrease in mechanical strength	Струйная печать / Inkjet printing Метод экструзии / Extrusion method SLA SLS Laseraid gelling (гелеобразование с помощью лазера) FDM Salt leaching (выщелачивание солей) Dual-phase leaching (двойное выщелачивание) Gel casting (релевое литье)
	Биodeградируемая Biodegradable	ГА, ТКФ, биостекло и др. HA, TCP, bioglass, etc.			

Примечание: PLA – полилактид, PGA – полигликолид, PLGA – сополимер молочной и гликолевой кислоты, PCL – поликапролактон, PEG – полиэтиленгликоль, PAAs – полиаминокислоты, PAA – полиакриловая кислота, ГА – Гидроксиапатит, ТКФ – трикальцийфосфат,

SLA – стереолитография, SLM – селективное лазерное плавление, SLS – селективное лазерное спекание, EBM – электронное лучевое плавление, FDM – технология послойного наплавления.

Note: PLA – polylactide, PGA – polyglycolide, PLGA – copolymer of lactic and glycolic acid, PCL – polycaprolactone, PEG – polyethylene glycol, PAAs – polyamino acids, PAA – polyacrylic acid, HA – Hydroxyapatite, TCP – tricalcium phosphate, SLA – stereolithography, SLM – selective laser melting, SLS – selective laser sintering, EBM – electron beam melting, FDM – fused deposition melting.

Таблица 5
Классификация биокерамики [23]
Table 5
Classification of bioceramics [23]

По происхождению Origin	Натуральная Natural	Органический кремний / Organic silicon Раковина моллюска / Clam shell Органический жемчуг / Organic pearl Зубы / Teeth Кости / Bones
	Синтетическая Synthetic	Материалы на основе фосфата кальция / Materials based on calcium phosphate Гидроксиапатит / Hydroxyapatite Биостекло / Bioglass
По типу тканевой реакции By type of tissue reaction	Биодеградируемая Biodegradable	Материалы на основе фосфата кальция / Materials based on calcium phosphate Гидроксиапатит / Hydroxyapatite Биостекло / Bioglass
	Биоинертная Bioinert	Алюминий / Aluminum Стеклоуглерод / Glassy carbon Цирконий / Zirconium
По составу By composition	На основе алюминия Aluminum based	Оксид алюминия, силикат алюминия Aluminium, aluminum silicate
	На основе циркония Based on zirconium	Цирконий, диоксид циркония кубической модификации, диоксид циркония тетрагональной модификации Zirconium, cubic zirconia, tetragonal zirconia
	На основе углерода Carbon based	Графит / Graphite Стеклографит / Glass graphite
	На основе фосфата кальция Based on calcium phosphate	Аморфный фосфат кальция / Amorphous calcium phosphate β-трикальцийфосфат / β-tricalcium phosphate Двухфазный фосфат кальция / Biphasic calcium phosphate Гидроксиапатит / Hydroxyapatite Фторапатит / Fluorapatite
	На основе силикона Silicone based	Силикат кальция / Calcium silicate
По структуре By structure	Кристаллическая Crystalline	Силикат алюминия / Aluminum silicate Гидроксиапатит / Hydroxyapatite Фторапатит / Fluorapatite Цирконий / Zirconium
	Аморфная Amorphous	Аморфный фосфат кальция / Amorphous calcium phosphate Биостекло / Bioglass

Комбинация двух или более биокерамических материалов может компенсировать некоторые недостатки многокомпонентных материалов: уменьшить скорость резорбции и увеличить механическую прочность [17].

Биоинертная керамика

Оксид алюминия (Al_2O_3)

Оксид алюминия (ОА) обладает высокой твердостью и абразивностью, гидрофильностью, износостойкостью и стойкостью к коррозии, хорошей теплопроводностью и низким коэффициентом трения, но имеет низкую прочность на изгиб. Поверхность такого материала

может быть хорошо отполирована. Макропористые каркасы из оксида алюминия проявляют высокие механические свойства, что делает их возможными для использования в виде костных имплантов (протезов). ОА в отличие от металла и полиэтилена не подвергается окислению и коррозии в окружающей среде. На сегодняшний день активно используется как компонент эндопротеза [23, 77].

Оксид циркония (ZrO_2)

Циркониевая керамика также, как и ОА, имеет высокую механическую прочность и износостойкость, однако она обладает низкой теплопроводностью, может бы-

стро разрушаться под воздействием высоких температур. Обработка поверхности диоксида циркония может повлиять на его физические свойства: например, при шлифовании поверхности снижается его прочность, а длительное нахождение во влажной среде может отрицательно сказаться на его свойствах. Основная область применения — стоматология [23, 77].

Модифицирование каркасов на основе циркония находит все большее применение в исследованиях. Описывается использование циркониевой керамики с биоактивным покрытием ГА. Для минимизации химической реакции между ГА и цир-

конием в качестве промежуточного слоя был использован фторапатит (ФА). Результаты экспериментов *in vitro* показали, что композит, состоящий из циркония, поверхность которого была покрыта ГА, показал быстрый рост и пролиферацию клеток остеобластов по сравнению с необработанным циркониевым каркасом [63]. Прочность каркасов можно изменять, регулируя соотношение циркония и ГА в структуре имплантата. Таким образом Sang-Hyun An и соавторы увеличили

прочность каркаса на сжатие более чем в пять раз (с 2,5 до 13,8 МПа) [2]. Модификация каркаса циркония гидроксиапатитом способствует лучшей адгезии и пролиферации МСК по сравнению с каркасом, изготовленным из оксида циркония, помимо этого модифицированный каркас улучшает регенерацию костной ткани.

В инженерии костной ткани керамические материалы являются сильными конкурентами металлическим имплантатам. Благодаря

своей структуре и биологическим свойствам биокерамика усиливает остеоинтеграцию, способствует формированию, росту соединительной ткани в организме человека. Биodeградация как свойство некоторых видов биокерамики дает преимущество для использования его в качестве материала для замещения дефекта костной ткани [46].

Методы изготовления

При создании имплантов из биокерамических материалов исполь-

Таблица 6
Методы производства биокерамических имплантов [11, 17, 46, 47, 53, 73, 78, 80]
Table 6
Methods for the production of bioceramic implants [11, 17, 46, 47, 53, 73, 78, 80]

Методы Methods		Преимущества Advantages	Недостатки Disadvantages
Традиционное производство / Traditional production	Метод литья (литье) Solvent casting	Относительно простая технология, позволяющая создавать каркасы с регулярной пористостью, контролируемым составом и размером пор / Relatively simple technology that allows creating scaffolds with regular porosity, controlled composition and pore size	Использование органических растворителей исключает включение клеток и биомолекул непосредственно в структуру каркаса / The use of organic solvents excludes the inclusion of cells and biomolecules directly into the framework structure Трудно контролируемая форма и взаиморасположение пор / Difficult to control the shape and position of the pores Ограничение механической прочности / Mechanical Strength Limitation
	Вспенивание газом Gas Foaming	Исключает использование химических растворителей / Eliminates the use of chemical solvents	Высокое давление исключает включение клеток и биомолекул непосредственно в структуру каркаса / High pressure excludes the inclusion of cells and biomolecules directly into the scaffold structure Термостойкие материалы могут быть денатурированы на этапе прессования / Heat resistant materials can be denatured during the pressing step Трудно контролируемая форма и взаиморасположение пор / Difficult to control the shape and position of the pores
	Сублимационная сушка Freeze-Drying	Не требует использования твердого порога / Does not require the use of solid threshold	Длительное время обработки / Long processing time Маленький размер пор и пористость / Small pore size and porosity
	Разделение фаз Phase Separation	Устраняет стадию выщелачивания / Eliminates the leaching step Может легко сочетаться с другими техниками / Can be easily combined with other techniques	Использование органических растворителей исключает включение клеток и биомолекул непосредственно в структуру каркаса / The use of organic solvents excludes the inclusion of cells and biomolecules directly into the framework structure Маленький размер пор и пористость / Small pore size and porosity
	Электроспиннинг Electrospinning	Создает каркас с большой площадью поверхности для крепления ячеек / Creates a scaffold with a large surface area for attaching cells Простая и недорогая технология / Simple and inexpensive technology	Могут потребоваться органические растворители, которые могут быть вредны для клеток / May require organic solvents that can be harmful to cells Ограничение механической прочности / Mechanical Strength Limitation Трудности создания точной микроархитектуры / Difficulties in creating an accurate microarchitecture

Аддитивные технологии	Струйная печать Binder jetting/inkjet printing	Термопечать Thermal printing	Низкая стоимость, широкая доступность, высокая скорость и разрешение печати/ Low cost, wide availability, high speed and print resolution	Засорение форсунок, риск теплового и механического воздействия на материал, неоднородный размер капель, высокая исходная пористость – сильная усадка, низкая степень прогноза по деформации при спекании / Clogged nozzles, risk of thermal and mechanical effects on the material, non-uniform droplet size, high initial porosity - strong shrinkage, poor prediction of deformation during sintering
		Акустическая печать Acoustic printing		
	SLA		Высокая точность, высокая исходная плотность материала, хорошая прогнозируемость усадки при спекании, возможность производства мелких объектов и структур, в зависимости от реализации метода стоимость варьируется от низкой до средней, использование широкого диапазона размеров порошков – нано и микро, создание гетерогенных материалов / High accuracy, high initial density of the material, good predictability of shrinkage during sintering, the possibility of producing small objects and structures, depending on the implementation of the method, the cost varies from low to medium, the use of a wide range of powder sizes - nano and micro, the creation of heterogeneous materials	Низкая скорость производства, высокие затраты на производство, воздействие высоких температур, интенсивность лазера может индуцировать полимерную деградацию материала, плохой контроль над топографией поверхности, необходимость удаления связующего – ограничения на толщину объекта (о мм), сложность подготовки материалов и постобработки полученных заготовок, возможны деформации и усадки / Low production speed, high production costs, exposure to high temperatures, laser intensity can induce polymer degradation of the material, poor control over the topography of the surface, the need to remove the binder - restrictions on the thickness of the object (5 mm), the complexity of preparing materials and post-processing of the resulting workpieces, deformation and shrinkage are possible
	SLS		Высокая точность, высокая исходная плотность материала, хорошая прогнозируемость усадки при спекании, возможность производства мелких объектов и структур, в зависимости от реализации метода стоимость варьируется от низкой до средней, использование широкого диапазона размеров порошков – нано и микро, создание гетерогенных материалов. Обработка нескольких материалов одновременно. Постобработка не требуется / High accuracy, high initial density of the material, good predictability of shrinkage during sintering, the possibility of producing small objects and structures; depending on the implementation of the method, the cost varies from low to medium, the use of a wide range of powder sizes - nano and micro, the creation of heterogeneous materials. Processing multiple materials at the same time. Post-processing is not required	Низкая скорость производства, высокие затраты на производство, воздействие высоких температур, интенсивность лазера может индуцировать полимерную деградацию материала, плохой контроль над топографией поверхности / Low production speed, high production costs, exposure to high temperatures, laser intensity can induce polymer degradation of the material, poor control over surface topography
	Прямое осаждение энергии Direct Energy Deposition		Высокая скорость печати, возможность создания гетерогенных материалов, быстрая печать крупных объектов / High print speed, ability to create heterogeneous materials, fast printing of large objects	Высокая стоимость, сложность процесса, растрескивание керамического материала, большие потери порошка / High cost, process complexity, ceramic material cracking, large powder loss

Экструзия материала Material extrusion DIW	FDM	Высокие механические свойства, растворитель не требуется / High mechanical properties, solvent is not required Простой процесс / Simple process Не требуется платформа или поддержка / No platform or support required Высокая производительность, низкая стоимость / High performance, low cost	Воздействие высокой температуры, низкое разрешение печати (невозможность напечатать мелкие структуры: каналы, поры). Использование в качестве материала только нити / Exposure to high temperature, low print resolution (impossibility to print fine structures: channels, pores). Using only thread as a material
	Высокие механические свойства, растворитель не требуется. High mechanical properties, solvent is not required. Простой процесс / Simple process Не требуется платформа или поддержка / No platform or support required Высокая производительность, бюджетный, нет воздействия высоких температур / High performance, budget, no exposure to high temperatures	Требуется растворитель, легко деформируется во время печати, низкое разрешение печати (невозможность напечатать мелкие структуры: каналы, поры) / Solvent required, easily deformed during printing, low print resolution (impossibility to print fine structures: channels, pores)	
	Образование геля с помощью лазера Laser aided gelling LAG	Высокая точность, высокая исходная плотность материала, возможность производства мелких объектов и структур, создание гетерогенных материалов. Обработка нескольких материалов одновременно / High precision, high initial density of the material, the ability to produce small objects and structures, the creation of heterogeneous materials. Processing multiple materials at the same time	Низкая скорость производства, высокие затраты на производство, воздействие высоких температур, интенсивность лазера может индуцировать полимерную деградацию материала / Low production speed, high production costs, exposure to high temperatures, laser intensity can induce polymer degradation of the material

Примечание: SLA – стереолитография, SLS – селективное лазерное спекание, FDM – технология послойного наплавления, DIW – робокастинг.

Note: SLA – stereolithography, SLS – selective laser sintering, FDM – fused deposition modeling, DIW – direct ink writing.

зуют традиционные и аддитивные методы изготовления (табл. 6) [11, 17, 30, 46, 47, 53, 73, 78, 80]. Традиционные методы изготовления биокерамики не могут обеспечить оптимальную структуру и форму импланта, размер пор, их соотношение, пористость импланта, а также физическую, химическую и биологическую характеристику, что в конечном счете может привести к нарушению регенерации костной ткани.

Для того чтобы преодолеть эти недостатки, используют технологии аддитивного производства, или 3D-печать [11]. С помощью

методов автоматизированного проектирования и производства можно изготавливать каркасы с контролируемой структурой импланта: размерами и геометрией пор, пористостью, шероховатостью. Все это позволяет управлять процессами роста, дифференцировки и пролиферации костной ткани [38, 73, 74].

Топологическая оптимизация структуры керамических имплантов

При производстве импланта необходимо учитывать ряд механических (жесткость, прочность,

модуль упругости и т. д.), физико-химических и биологических (адгезия, миграция клеток, васкуляризация и т. д.) свойств, которые будут способствовать биосовместимости, остеоинтеграции, остеоиндуктивности, биodeградации [53].

Для получения необходимых характеристик импланты изготавливаются пористыми и имеющими сложную топологическую структуру [1, 22, 57]. Скэффолд представляет собой трехмерный (3D) пористый, проницаемый каркас с минимальной токсичностью при биологическом разложении. Цель создания такого скэффолда — ими-

тировать биологическую функцию и структуру внеклеточного матрикса костной ткани, которые обеспечивают оптимальную среду для адсорбции, пролиферации и дифференцировки клеток [60]. Помимо этого его можно модифицировать для доставки лекарственных препаратов, факторов роста, модифицированных белков и т.д. [53].

Дизайн каркасов костной ткани — сложная задача, требующая междисциплинарного и многоаспектного подхода, так как структура и геометрия каркаса напрямую влияет на клеточный ответ и образование новой кости [6]. Механические свойства биокерамических скэффолдов ниже, чем у имплантов, изготовленных в виде сплошного моноблока (табл. 7).

Архитектура каркаса должна быть разработана таким образом, чтобы он создавал механическую поддержку и обеспечивал клеткам доступ к питательным веществам, кислороду [64]. Эти характеристики могут быть достигнуты благодаря наличию пор в структуре скэффолда. *Размер пор* важен: так как если поры слишком малы, клетки не могут мигрировать в направлении центра конструкции, что препятствует образованию оптимальной сосудистой сети. И наоборот, если поры слишком велики, то уменьшается доступная удельная площадь поверхности, ограничивающая прикрепление клеток [73].

Оптимальное процентное соотношение пористости по ряду исследований находится в пределах 40-90 %. С одной стороны, высокая пористость материала способствует миграции остеоиндуктивных клеток, с другой — снижает прочность импланта. Высокая пористость увеличивает площадь поверхности каркаса, что способствует адгезии клеток и, как следствие, остеоинтеграции [46].

Существует верхний и нижний функциональный предел размера пор и пористости материала [21]. Для прорастания фиброзной ткани достаточный размер пор составляет 5-14 мкм, для остеобластов — 50 мкм [1]. Diao и др. доказали, что среди каркасов β -ТКФ с тремя размерами пор (100, 250, 400 мкм) наиболее эффективная ре-

Таблица 7 Сравнительная характеристика прочности материалов МПа [46] Table 7 Comparative characteristics of the strength of materials in MPa [46]		
Материал Material	Монолитный блок Monolithic block	Скэффолд Scaffold
Гидроксиапатит Hydroxyapatite	300-900	3.44-5.98
Гидроксиапатит + трикальций фосфат Hydroxyapatite + tricalcium phosphate	-	18.35
Алюминий Aluminum	4500	-
β -трикальцийфосфат β -tricalcium phosphate	292	21.32
Биостекло Bioglass	500	1.7-140
Губчатая кость Spongybone	0.1-16	-
Кортикальная зона кости Cortical area of the bone	130-200	-

генерация в течение 12 недель была в группе имплантов с размерами пор 100 мкм [14]. Минимальный размер пор для интеграции костной ткани составляет 100 мкм (что соответствует размеру остеона), но для оптимального остеогенеза размер пор должен быть в диапазоне 300-500 мкм [64]. Меньший размер пор приводит к гипоксии тканей с последующим образованием хряща.

Недостаточный обмен питательными веществами и ограниченное кровоснабжение в пористом каркасе часто препятствуют формированию кости, даже несмотря на то, что пористый каркас нагружен клетками или факторами роста [19, 36, 42]. Каркасы, имитирующие структуру Гаверса, демонстрируют большой потенциал для доставки клеток, индуцирующих остеогенную, ангиогенную и нейрогенную дифференцировку *in vitro* и ускоряя вращение кровеносных сосудов и образование новой кости *in vivo* [81, 82].

Еще одним фактором, влияющим на скорость образования костной ткани, является *геометрия пор каркаса*. Различная геометрия пор, пористость, кривизна поверхности влияет на клеточную активность, регенерацию кости и приводит к изменениям морфологии, увеличению механической прочности импланта и скорости роста тканей [1, 37, 42].

Шероховатость модулирует биологическую реакцию тканей, контактирующих с имплантом, и способствует адгезии и интеграции клеток в имплант. Шероховатость импланта оказывает прямое влияние как *in vitro*, так и *in vivo* на клеточную морфологию, пролиферацию и дифференцировку [9].

Адгезия различных материалов определяется не только шероховатостью, но и гидрофильностью импланта. Более высокая и однородная гидрофильность на каркасах обеспечивает благоприятную среду для диффузии питательных веществ [46]. Каркасы со сложной микроструктурой лучше поглощают воду и перемещают ее в соседние ячейки [42].

Клинические и экспериментальные данные

Биокерамика совместно с 3D-печатью в инженерии костных тканей применяется для восстановления дефектов, лечения инфекций и опухолей костной ткани (табл. 8). Пористые материалы имеют решающее значение при создании многофункциональных биокерамических каркасов, они способны одновременно поддерживать восстановление кости и обеспечить локальную доставку лекарств и/или биологически активных ионов с поддержанием терапевтической дозы в зоне имплантации [4].

Модификация импланта

Модификация поверхности — один из важных способов создания успешных биосовместимых материалов в инженерии костной ткани (табл. 9) [30, 53].

Увеличение механической прочности

Устранить низкую прочность и высокую хрупкость биокерамического импланта возможно при использовании двух или более исходных материалов или изменении пространственной структуры импланта, которая увеличит механическую прочность и создаст условия для эффективного замещения дефекта остеоиндуктивными клетками на своей поверхности [46].

Имплант, спроектированный с добавлением внешней «кортикальной оболочки», имеет более высокую механическую прочность (жесткость увеличилась с 447,6 до 653,9 Мпа, напряжение — с 4,8 до 23,0 Мпа) по сравнению с каркасами без внешней оболочки [10].

Создание системы доставки лекарственных средств

Способность каркаса доставлять лекарства определяется возможностью контроля скорости высвобождения препаратов в определенных условиях [53, 54].

Глобальный рост числа устойчивых к антибиотикам штаммов бактерий обуславливает поиск новых методов борьбы с бактериальными инфекциями.

Благодаря особенностям биокерамики, которая изготавливается в виде скэффолда, появилась возможность использовать контролируемое высвобождение ионов серебра, использование фаговой терапии, с помощью которых можно достичь антибактериального эффекта без цитотоксичности для здоровых тканей [7, 79].

Помимо антибактериальной активности возможно использование биокерамических скэффолдов для послеоперационного заживления тканей, лечения дефектов кости и доставки химиотерапевтических

агентов, используемых для противоопухолевой терапии [72]. Проведенные эксперименты по модификации поверхности импланта указаны в таблице 9.

Усиление регенеративных свойств

Процесс заживления кости может быть индуцирован рядом точных факторов роста, которые могут быть включены в структуру импланта (табл. 2) [44].

ОБСУЖДЕНИЕ

Заполнение костного дефекта биосовместимым, остеокондуктивным, остеоиндуктивным, биодеградируемым материалом способствует регенерации костной ткани, сохраняет структуру и достаточную механическую прочность кости. Для оптимизации процессов регенерации используются материалы, наиболее приближенные к структуре костной ткани. Керамика в настоящее время рассматривается как наиболее перспективный материал для изготовления имплантов, по-

Таблица 8
Результаты апробации керамических имплантов в международной практике
Table 8
Results of Approbation of Ceramic Implants in International Practice

Материал Material	Нозология Nosology	Форма импланта Implant form	Кол-во испытуемых Number of tested	Сроки наблюдения Terms of follow-up	Отдаленные результаты Long term results	Источник Source
Керамика на основе оксида алюминия Aluminum oxide ceramic	Опухоль грудины, медиастенит Tumor of the sternum, mediastinitis	Имплант грудины Sternum implant	6 пациентов 6 patients	В среднем 20 месяцев (3-37) 20 months on average (3-37)	Все пациенты вернулись домой к своей обычной деятельности. Никто из них не жаловался на боль или дискомфорт при дыхании. Компьютерная томография (КТ) показала тесный контакт между ребром и протезом через 4 месяца. При рентгенологическом наблюдении изображение протеза исчезает через 1 месяц, даже если керамика не рассасывается All patients returned home to their normal activities. None of them complained of pain or discomfort when breathing. Computed tomography (CT) showed close contact between the rib and the prosthesis at 4 months. On x-ray observation, the image of the prosthesis disappears after 1 month, even if the ceramic is not resorbed	[5]

Высоко-очищенный ТКФ Highly purified β-TCP	Асептический некроз головки бедра IIA-IIIC Aseptic necrosis of the femoral head IIA-IIIC	Керамический ангио-кодуктивный стержень Ceramic angiocoductive rod	62 пациента 62 patients	В среднем 26.8 месяца (14-67) 26.8 months on average (14-67)	Рентгенологический контроль через 6 месяцев после операции показал частичное врастание костной ткани в стержень, которая через биокерамические гранулы интегрировалась в окружающую кость. Большинство имплантированных материалов были заменены новой костью, а репарация участков некроза произошла через два года X-ray control 6 months after the operation showed partial ingrowth of bone tissue into the rod, which integrated into the surrounding bone through bioceramic granules. Most of the implanted materials were replaced with new bone, and repair of necrosis occurred after two years	[40]
ТКФ+ силикат кальция TCP + calcium silicate	Искусственно-воссоздаваемый дефект проксимального метафиза большеберцовой кости ($\varnothing$ 5 мм) Artificially reconstructed defect of the proximal metaphysis of the tibia ($\varnothing$ 5 mm)	Имплант округлой формы ($\varnothing$ 5 мм) Roundimplant ($\varnothing$ 5 mm)	16 кроликов 16 rabbits	1, 3, 5, 7 месяцев 1, 3, 5, 7 months	Через три и пять месяцев контрольные дефекты полностью заполнялись новой трабекулярной костной тканью нормального вида. На последнем этапе исследования контрольные дефекты полностью замещались структурно хорошо организованной зрелой компактной костной тканью. Рентгеновские исследования, микрокомпьютерная томография и гистоморфометрия показали, что эта пористая керамика обладает высокой биосовместимостью и отличной остеоинтеграцией. Материал постепенно реабсорбировался на протяжении всего исследования, и не было обнаружено местной или системной воспалительной реакции After three and five months, the control defects were completely filled with new normal-looking trabecular bone tissue. At the last stage of the study, control defects were completely replaced by structurally well-organized mature compact bone tissue. X-ray studies, microcomputed tomography and histomorphometry showed that this porous ceramic has high biocompatibility and excellent osseointegration. The material was gradually reabsorbed throughout the study and no local or systemic inflammatory response was found	[67]

Керамика на основе оксида алюминия Aluminum oxide ceramic		Имплант грудины Sternum implant	1 пациент 1 patient	> 12 месяцев > 12 months	Осложнений в послеоперационном периоде не наблюдалось. Последующее наблюдение показывало хорошее заживление без дискомфорта, нарушения экскурсии грудной клетки и правильное развитие Complications in the postoperative period were not observed. Follow-up showed good healing without discomfort, abnormal chest expansion, and normal development	[20]
Композит на основе ГА+ТКФ Composite based on HA + TCP	Искусственно-воссоздаваемый дефект (7 × 3 × 5 мм) нижней челюсти Artificially reconstructed defect (7 × 3 × 5 mm) of the lower jaw	3D напечатанный скэффолд (7 × 3 × 5 мм) 3D printed scaffold (7 × 3 × 5mm)	12 собак 12 dogs	8 недель 8 weeks	При радиологической оценке наблюдалась значительная статистически значимая разница в объеме кости через 8 недель между тремя группами от наибольшего до наименьшего относительного общего количества кости были 3D, ПК и ОК. Гистоморфометрические исследования показали вращение новой кости от нижней стороны к центру через 8 недель и васкуляризацию в группе 3D On radiological assessment, there was a significant statistically significant difference in bone volume at 8 weeks between the three groups from the largest to the smallest relative total bone amount were 3D, PC and OC. Histomorphometric studies showed ingrowth of new bone from the lower side to the center after 8 weeks and vascularization in the 3D group	[31]

скольку керамические материалы обладают высокой биосовместимостью и крайне редко приводят к отторжению импланта.

Биодеградируемая керамика (гидроксипатит или трикальцийфосфат) по минеральному составу приближена к костной ткани. Механические и биологические свойства имплантов из ГА и ТКФ зависят от формы изготовления. Пористые каркасы из биодеградируемой керамики обеспечивают лучшую структуру для адгезии, пролиферации и дифференцировки остеогенных клеток по сравнению с монолитными блоками. Композитные керамические каркасы способствуют повы-

шенной пролиферации и ускоренной дифференцировке клеток.

Биоинертная керамика (цирконий и оксид алюминия) обладает высокой твердостью и абразивностью, гидрофильностью, износостойкостью и стойкостью к коррозии, низким коэффициентом трения, но имеет низкую прочность на изгиб. Биоинертные каркасы проявляют высокие механические свойства, что дает возможность их использования в качестве имплантов в сегментах с осевой нагрузкой.

Керамические материалы являются сильными конкурентами сплавов металлов в области реконструкции костной ткани. Ввиду своей струк-

туры и биологических свойств биокерамика усиливает остеоинтеграцию, способствует формированию, росту соединительной и костной ткани в организме человека. Биодеградация как свойство некоторых видов биокерамики дает преимущество для использования его в качестве материала для замещения дефекта костной ткани.

При создании имплантов из биокерамических материалов используют традиционные и аддитивные методы изготовления. Для изготовления персонализированных имплантов со сложной внутренней структурой (скэффолдов), подходящих для задач регенеративной

Таблица 9
Эксперименты по модификации 3D печатных каркасов
Table 9
Experiments to Modify 3D printed frames

Материал каркаса Frame material	Модификация Modification	Метод выполнения Execution method	Результат Result	Авторы Authors
ГА / HA	Коллаген I типа и морфогенетический белок (BMP-2) Type I collagen and morphogenetic protein (BMP-2)	In vitro	Процесс модификации улучшил клеточную адгезию и дифференцировку, без снижения прочности каркаса The modification process improved cell adhesion and differentiation without compromising scaffold strength	[39]
ТКФ / TCP	Наносеребро Nanosilver	In vitro	Серебро демонстрирует антибактериальную активность и повышает механическую прочность каркаса Silver demonstrates antibacterial activity and increases the mechanical strength of the framework	[79]
Фосфат кальция Calcium phosphate	Ванкомицин и рифампицин Vancomycin and Rifampicin	In vivo (на мышах) In vivo (mice)	Каркас значительно снижал бактериальную нагрузку The frame significantly reduced the bacterial load	[45]
Фосфат кальция Calcium phosphate	Макрофаги (Lambda и Remus) Macrophages (Lambda and Remus)	In vitro	Лизис популяции двух видов бактерий. Через три дня роста бактерий не наблюдалось, что свидетельствует об уничтожении всех бактериальных колоний и отсутствию резистентности к фагам Lysis of a population of two bacterial species. After three days, no bacterial growth was observed, indicating the destruction of all bacterial colonies and the absence of resistance to phages.	[7]
Силикат кальция Calcium silicate	Fe+ NIR излучение Fe+ NIR radiation	In vitro	Опухолевые клетки проявляли фиброз с растворением ядер, что было связано с комбинированными фототермическими и активными формами кислорода механизмами, запускаемыми композитами, не повреждая здоровые клетки Tumor cells exhibited fibrosis with nuclear dissolution, which was due to the combined photothermal and reactive oxygen species mechanisms triggered by the composites without damaging healthy cells	[41]
Пористый титан Porous titanium	Смеси бактериофагов, специфичных к S. aureus Mixtures of bacteriophages specific to S. aureus	In vitro	Обработка фагом сразу после бактериальной инокуляции подавляла рост S. aureus более чем на 98 % в восьмичасовых культурах Phage treatment immediately after bacterial inoculation inhibited S. aureus growth by more than 98 % in eight-hour cultures	[49]
Биостекло Bioglass	Нанокристаллы CuFeSe ₂ + NIR излучение Nanocrystals CuFeSe ₂ + NIR radiation	In vivo (на кроликах) In vivo (rabbits)	Обладали хорошей костеобразующей способностью для восстановления костных дефектов после кратковременной фототермической обработки в качестве каркасов биостекла, что указывает на то, что включение нанокристаллов влияет на хорошую костеобразующую способность They possessed good bone-forming ability for restoration of bone defects after short-term photothermal treatment as bioglass frameworks, which indicates that the inclusion of nanocrystals, influence on good bone-forming ability	[13]

PCL	Мезенхимальные клетки+ ZnO+ ГА Mesenchymal cells + ZnO + HA	In vivo (на мышах) In vivo (mice)	Напечатанные каркасы оказались остеокондуктивными, и поддерживал остеодифференцировку мезенхимальных стволовых клеток. Встроенная частица ZnO ингибировала рост бактерий на поверхности матриц, что важно при лечении травматических повреждений The printed scaffolds were found to be osteoconductive, it supported the osteodifferentiation of mesenchymal stem cells. The embedded ZnO particle inhibited the growth of bacteria on the surface of the matrices. It is important in the treatment of traumatic injuries	[50]
ГА/ТКФ HA/TCP	Ауто-, алло- и ксеногенные МСК Auto-, allo- and xenogenic MSCs	In vivo (на кроликах) In vivo (rabbits)	Самые ранние признаки формирования новой кости и сопряжения на границе сред кости-имплантом с аутоимплантом, за которыми следуют аллоимпланты. Обе ксеногенные конструкции МСК-ГА/ТКФ также ускорили заживление дефекта кости. В группе ксеногенными композитными каркасами не было признаков какой-либо воспалительной реакции The earliest signs of new bone formation and mating at the medial interface between bone-implant and auto-implant, followed by allo-implants. Both xenogenic constructs MSC-HA/TCP also accelerated the healing of the bone defect. There were no signs of any inflammatory response in the group with xenogenic composite scaffolds	[43]
PLA-PCL/CaP	Моксифлоксацин гидрохлорид Moxifloxacin hydrochloride	In vivo (на кроликах) In vivo (rabbits)	Композитный каркас усиливал пролиферацию и дифференцировку остеобластоподобных клеток MG-63. Количество <i>S. aureus</i> было значительно снижено после инкубации на каркасе с моксифлоксацином The composite scaffold enhanced the proliferation and differentiation of osteoblast-like MG-63 cells. The number of <i>S. aureus</i> was significantly reduced after incubation on the scaffold with moxifloxacin	[61]

Примечание: ГА – гидроксиапатит, ТКФ – трикальцийфосфат, PCL – поликапролактон, PAAs – полиаминокислоты, PLA – полилактид, BMP-2 – костный морфогенетический белок 2 типа, МСК – мезенхимальные стволовые клетки, NIR – ближнее инфракрасное излучение, RHBMP-7 – рекомбинантный морфогенетический белок человека, CaP – фосфат кальция.

Note: HA – hydroxyapatite, TCP – tricalcium phosphate, PCL – polycaprolactone, PAAs – polyaminoacids, PLA – polylactide, BMP-2 – type 2 bone morphogenetic protein, MSC – mesenchymal stem cells, NIR – near infrared radiation, RHBMP-7 – recombinant morphogenetic human protein, CaP – calcium phosphate.

функционализации, оптимальной технологией является аддитивное производство, или трехмерная (3D) печать керамических материалов. Одной из главных задач в области современной 3D-биопечати является поиск материалов, которые не только совместимы с биологическими материалами и процессом 3D-печати, но также способны обеспечить желаемые механические и функциональные характеристики для тканевых конструкций.

Модифицирование каркасов может существенно изменить свойства имплантов (увеличить прочность,

ускорить пролиферацию клеток и др.), позволит использовать каркасы не только для реконструкции тканей, но и в качестве системы доставки лекарственных средств для лечения инфекционных, онкологических и других заболеваний.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Среди многочисленных исследований у авторов нет единого мнения по оптимальному составу, структуре керамического импланта, его макро-, микропористости, размеру и форме пор, не изучены все возможности и побочные эффекты

модификации биокерамических имплантов. Необходимы дальнейшие исследования для определения оптимальных параметров импланта, которые могут повлиять на механические свойства и способствовать регенерации костной ткани.

Информация о финансировании и конфликте интересов

Исследование не имело спонсорской поддержки.

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

Работа выполнена при поддержке гранта Правительства Республики Башкортостан для государственной поддержки научных исследований, проводимых под руководством ведущих ученых, в рамках программы Евразийского НОЦ и при поддержке Программы стратегического академического лидерства Башкирского государственного медицинского университета (ПРИОРИТЕТ-2030).

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

- Abbasi N, Hamlet SM, Love RM, Nguyen N. Porous scaffolds for bone regeneration. *Journal of Science: Advanced Materials and Devices*. 2020; (5): 1-9.
- An SH, Matsumoto T, Miyajima H, Nakahira A, Kim KH, Imazato S. Porous zirconia/hydroxyapatite scaffolds for bone reconstruction. *Dent Mater*. 2012; 28(12): 1221-31. doi: 10.1016/j.dental.2012.09.001
- Bai Y, Bai L, Zhou J, Chen H, Zhang L. Sequential delivery of VEGF, FGF-2 and PDGF from the polymeric system enhance HUVECs angiogenesis in vitro and CAM angiogenesis. *Cell Immunol*. 2018; 323: 19-32. doi: 10.1016/j.cellimm.2017.10.008
- Baino F, Fiume E. 3D printing of hierarchical scaffolds Based on mesoporous bioactive glasses (MBGs)-fundamentals and applications. *Materials (Basel)*. 2020; 13(7): 1688. doi: 10.3390/ma13071688
- Bertin F, Piccardo A, Denes E, Delepine G, Tricard J. Porous alumina ceramic sternum: a reliable option for sternal replacement. *Ann Thorac Med*. 2018; 13(4): 226-229. doi: 10.4103/atm.ATM_80_18
- Boccaccio A, Fiorentino M, Uva AE, Laghetti LN, Monno G. Rhombicuboctahedron unit cell based scaffolds for bone regeneration: geometry optimization with a mechanobiology - driven algorithm. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl*. 2018; 83: 51-66. doi: 10.1016/j.msec.2017.09.004
- Bouchart F, Vidal O, Lacroix JM, Spriet C, Chamary S, Brutel A, et al. 3D printed bioceramic for phage therapy against bone nosocomial infections. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl*. 2020; 111: 110840. doi: 10.1016/j.msec.2020.110840
- Burr DB, Allen MR. Basic and applied bone biology. Second-ed. Elsevier, 2019. 460 c.
- Chang HI, Wang Y. Part 5 Cell - Biomaterial Interaction. Chapter 27. Cell responses to surface and architecture of tissue Engineering Scaffolds. In: Regenerative Medicine and Tissue Engineering – Cells and Biomaterials. Edited by Daniel Eberli. 2011. P. 569-589.
- Charbonnier B, Manassero M, Bourguignon M, Decambon A, El-Hafci H, Morin C, et al. Custom-made macroporous bioceramic implants based on triply-periodic minimal surfaces for bone defects in load-bearing sites. *Acta Biomater*. 2020; 109: 254-266. doi: 10.1016/j.actbio.2020.03.016
- Chen Z, Li Z, Li J, Liu C, Lao C, Fu Y, et al. 3D printing of ceramics: a review. *Journal of the European Ceramic Society*. 2019; 39(4): 661-687. doi: 10.1016/J.JEURCERAMSOC.2018.11.013
- Chocholata P, Kulda V, Babuska V. Fabrication of scaffolds for bone-tissue regeneration. *Materials (Basel)*. 2019; 12(4): 568. doi: 10.3390/ma12040568
- Dang W, Li T, Li B, Ma H, Zhai D, Wang X, et al. A bifunctional scaffold with CuFeSe₂ nanocrystals for tumor therapy and bone reconstruction. *Biomaterials*. 2018; 160: 92-106. doi: 10.1016/j.biomaterials.2017.11.020
- Diao J, OuYang J, Deng T, Liu X, Feng Y, Zhao N, et al. 3D-plotted beta-tricalcium phosphate scaffolds with smaller pore sizes improve in vivo bone regeneration and biomechanical properties in a critical-sized calvarial defect rat model. *Adv Healthc Mater*. 2018; 7(17): e1800441. doi: 10.1002/adhm.201800441
- Donnalaja F, Jacchetti E, Soncini M, Raimondi MT. Natural and synthetic polymers for bone scaffolds optimization. *Polymers (Basel)*. 2020; 12(4): 905. doi: 10.3390/polym12040905
- Dremina NN, Trukhan IS, Shurygina IA. Cellular technologies in traumatology: from cells to tissue engineering. *Acta biomedica scientifica*. 2021; 6(2): 166-175. Russian (Дремина Н.Н., Трухан И.С., Шурыгина И.А. Клеточные технологии в регенерации сухожилий: от клетки до тканевой инженерии //Acta biomedica scientifica. 2021. Т. 6, № 2. С. 165-175.) doi: 10.29413/ABS.2021-6.2.19
- Du X, Fu S, Zhu Y. 3D printing of ceramic-based scaffolds for bone tissue engineering: an overview. *Journal of Materials Chemistry B*. 2018; 6(27): 4397-4412.
- Eliaz N, Metoki N. Calcium phosphate bioceramics: a review of their history, structure, properties, coating technologies and biomedical applications. *Materials*. 2017; 10(4): 334. doi: 10.3390/ma10040334
- Feng C, Zhang W, Deng C, Li G, Chang J, Zhang Z, et al. 3D printing of lotus root-like biomimetic materials for cell delivery and tissue regeneration. *Adv Sci (Weinh)*. 2017; 4(12): 1700401. doi: 10.1002/advs.201700401
- Fouilloux V, Bertin F, Peltier E, Jouve JL. First sternal cleft repair using a porous alumina ceramic prosthesis in a 9-Year-Old child. *European J Pediatr Surg Rep*. 2019; 7(1): e20-e23. doi: 10.1055/s-0039-1688775
- Gerhardt LC, Boccaccini AR. Bioactive glass and glass-ceramic scaffolds for bone tissue engineering. *Materials*. 2010; (3): 3867-3910.
- Ghassemi T, Shahroodi A, Ebrahimzadeh MH, Mousavian A, Movaffagh J, Moradi A. Current concepts in scaffolding for bone tissue engineering. *Arch Bone Jt Surg*. 2018; 6(2): 90-99.
- Gul H, Khan M, Khan AS. 3-Bioceramics: types and clinical applications. Editor(s): Abdul Samad Khan, Aqif Anwar Chaudhry. In: *Woodhead Publishing Series in Biomaterials, Handbook of Ionic Substituted Hydroxyapatites*. Woodhead Publishing, 2020. P. 53-83. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102834-6.00003-3>
- Hadji P, Colli E, Regidor PA. Bone health in estrogen-free contraception. *Osteoporosis International*. 2019; 12(30): 2391-2400.
- Hart NH, Nimphius S, Rantalainen T, Ireland A, Siafarikas A, Newton RU. Mechanical basis of bone strength: influence of bone material, bone structure and muscle action. *J Musculoskelet Neuronal Interact*. 2017; 17(3): 114-139.
- Hart NH, Newton RU, Tan J, Rantalainen T, Chivers P, Siafarikas A, et al. Biological basis of bone strength: anatomy, physiology and measurement. *J Musculoskelet Neuronal Interact*. 2020; 20(3): 347-371.
- Hollinger JO, Alvarez-Urena P, Ducheyne P, Srinivasan A, Baskin J, Waters H, et al. 6.2 Bone Tissue Engineering: Growth Factors and Cytokines. Editor(s): Paul Ducheyne, Comprehensive Biomaterials II. Elsevier, 2017. P. 20-53. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803581-8.10205-X>
- Hyc A, Moskalewski S, Osiecka-Iwan A. Growth factors in the initial stage of bone formation, analysis of their expression in chondrocytes from epiphyseal cartilage of rat costochondral junction. *Folia Histochemica et Cytobiologica*. 2021. 59(3): 178-186. doi: 10.5603/FHC.a2021.0017
- Ji L, Song Z, Zeng F, Hu M, Chen S, Qin Z, et al. Research progress on controlled release of various growth factors in bone regeneration. *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi*. 2019; 33(6): 750-755. Chinese. doi: 10.7507/1002-1892.201901116
- Khalaf AT, Wei Y, Wan J, Zhu J, Peng Y, Abdul Kadir SY, et al. Bone tissue engineering through 3D bioprinting of bioceramic scaffolds:

- a review and update. *Life (Basel)*. 2022; 12(6): 903. doi: 10.3390/life12060903
31. Kim JW, Yang BE, Hong SJ, Choi HG, Byeon SJ, Lim HK, et al. Bone regeneration capability of 3D printed ceramic scaffolds. *Int J Mol Sci*. 2020; 21(14): 4837. doi: 10.3390/ijms21144837
 32. Kitaura H, Marahleh A, Ohori F, Noguchi T, Shen WR, Qi J, et al. Osteocyte-related cytokines regulate osteoclast formation and bone resorption. *Int J Mol Sci*. 2020; 21(14): 5169. doi: 10.3390/ijms21145169
 33. Kulbakin DE, Choyzonov EL, Buyakova SP, Kulkov SN, Mukhamedov MR, Chernov VI, et al. Selection of reconstructive material for the restoration of the maxillofacial region bone defects in oncological practice. *Head and neck. Russian Journal*. 2018; 6(4): 64–69. Russian (Кульбакин Д.Е., Чойнзоннов Е.Л., Буякова С.П., Кульков С.Н., Муха-медов М.П., Чернов В.И. и др. Выбор реконструктивного материала в восстановлении костных дефектов челюстно-лицевой области в онкологической практике // Голова и шея = Head and neck. Russian Journal. 2018. № 6(4). С. 64–69.) doi: 10.25792/HN.2018.6.4.64–69
 34. Kumar A, Kargozar S, Baino F, Han SS. Additive Manufacturing Methods for Producing Hydroxyapatite and Hydroxyapatite-Based Composite Scaffolds: A Review. *Frontiers in Materials*. 2019; 6: 313. doi: 10.3389/fmats.2019.00313
 35. Kwon SH, Jun Y, Hong SH, Lee IS, Kim HJ, Won Y. Calcium phosphate bioceramics with various porosities and dissolution rates. *Journal of the American Ceramic Society*. 2004; 85: 3129–3131. doi: 10.1111/j.1151-2916.2002.tb00599.x
 36. Li T, Chang J, Zhu Y, Wu C. 3D Printing of bioinspired biomaterials for tissue regeneration. *Adv Healthc Mater*. 2020 Apr 27; e2000208. doi: 10.1002/adhm.202000208
 37. Lim HK, Hong SJ, Byeon SJ, Chung SM, On SW, Yang BE, et al. 3D-printed ceramic bone scaffolds with variable pore architectures. *Int J Mol Sci*. 2020; 21(18): 6942. doi: 10.3390/ijms21186942
 38. Lin K, Sheikh R, Romanazzo S, Roohani I. 3D printing of bioceramic scaffolds-barriers to the clinical translation: from promise to reality, and future perspectives. *Materials (Basel)*. 2019; 12(17): 2660. doi: 10.3390/ma12172660
 39. Linh NTB, Abueva CDG, Jang DW, Lee BT. Collagen and bone morphogenetic protein-2 functionalized hydroxyapatite scaffolds induce osteogenic differentiation in human adipose-derived stem cells. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*. 2020; 108(4): 1363–1371. doi: 10.1002/jbm.b.34485
 40. Lu Y, Lu X, Li M, Chen X, Liu Y, Feng X, et al. Minimally invasive treatment for osteonecrosis of the femoral head with angi conductive bioceramic rod. *Int Orthop*. 2018; 42(7): 1567–1573. doi: 10.1007/s00264-018-3919-6
 41. Ma H, Li T, Huan Z, Zhang M, Yang Z, Wang J, et al. 3D printing of high-strength bioscaffolds for the synergistic treatment of bone cancer. *NPG Asia Materials*. 2018; 10: 1–14. doi: 10.1038/s41427-018-0015-8
 42. Ma H, Feng C, Chang J, Wu C. 3D-printed bioceramic scaffolds: From bone tissue engineering to tumor therapy. *Acta Biomater*. 2018; 79: 37–59. doi: 10.1016/j.actbio.2018.08.026
 43. Maiti SK, Shivakumar MU, Mohan D, Kumar N, Singh KP. Mesenchymal stem cells of different origin-seeded bioceramic construct in regeneration of bone defect in rabbit. *Tissue Eng Regen Med*. 2018; 15(4): 477–492. doi: 10.1007/s13770-018-0129-7
 44. Majidinia M, Sadeghpour A, Yousefi B. The roles of signaling pathways in bone repair and regeneration. *Journal of Cellular Physiology*. 2018; 233(4): 2937–2948.
 45. Marcello E, Maqbool M, Nigmatullin R, Cresswell M, Jackson PR, Basnett P, et al. Antibacterial composite materials based on the combination of polyhydroxyalkanoates with selenium and strontium co-substituted hydroxyapatite for bone regeneration. *Front Bioeng Biotechnol*. 2021; 9: 647007. doi: 10.3389/fbioe.2021.647007
 46. Marques A, Miranda G, Silva F, Pinto P, Carvalho Ó. Review on current limits and potentialities of technologies for biomedical ceramic scaffolds production. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*. 2021; 109(3): 377–393. doi: 10.1002/jbm.b.34706
 47. Moreno Madrid AP, Vrech SM, Sanchez MA, Rodriguez AP. Advances in additive manufacturing for bone tissue engineering scaffolds. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl*. 2019; 100: 631–644. doi: 10.1016/j.msec.2019.03.037
 48. Morgan EF, Unnikrisnan GU, Hussein AI. Bone mechanical properties in healthy and diseased states. *Annual Review of Biomedical Engineering*. 2018; 20: 119–143.
 49. Morris J, Kelly N, Elliott L, Grant A, Wilkinson M, Hazratwala K, et al. Evaluation of bacteriophage anti-biofilm activity for potential control of orthopedic implant-related infections caused by staphylococcus aureus. *Surg Infect (Larchmt)*. 2019; 20(1): 16–24. doi: 10.1089/sur.2018.135
 50. Mostafavi A, Abdullah T, Russell CS, Mostafavi E, Williams TJ, Salah N, et al. In situ printing of scaffolds for reconstruction of bone defects. *Acta Biomater*. 2021; 127: 313–326. doi: 10.1016/j.actbio.2021.03.009
 51. Müller M, Fisch P, Molnar M, Eggert S, Binelli M, Maniura-Weber K, et al. Development and thorough characterization of the processing steps of an ink for 3D printing for bone tissue engineering. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl*. 2020; 108: 110510. doi: 10.1016/j.msec.2019.110510
 52. Nauth A, Schemitsch E, Norris B, Nollin Z, Watson JT. Critical-size bone defects: is there a consensus for diagnosis and treatment? *J Orthop Trauma*. 2018; 32 Suppl 1: S7–S11. doi: 10.1097/BOT.0000000000001115
 53. Nikolova MP, Chavali MS. Recent advances in biomaterials for 3D scaffolds: a review. *Bioactive Materials*. 2019; (4): 271–292.
 54. Ogay V, Mun EA, Kudaibergen G, Baidarbekov M, Kassymbek K, Zharkimbekov Z, et al. Progress and prospects of polymer-based drug delivery systems for bone tissue regeneration. *Polymers (Basel)*. 2020; 12(12): 2881. doi: 10.3390/polym12122881
 55. Oliveira ÉR, Nie L, Podstawczyk D, Allahbakhsh A, Ratnayake J, Brasil DL, et al. Advances in growth factor delivery for bone tissue engineering. *Int J Mol Sci*. 2021; 22(2): 903. doi: 10.3390/ijms22020903
 56. Peng Y, Wu S, Li Y, Crane JL. Type H blood vessels in bone modeling and remodeling. *Theranostics*. 2020; 10(1): 426–436. doi: 10.7150/thno.34126.
 57. Pereira HF, Cengiz IF, Silva FS, Reis RL, Oliveira JM. Scaffolds and coatings for bone regeneration. *J Mater Sci Mater Med*. 2020; 31(3): 27. doi: 10.1007/s10856-020-06364-y
 58. Pina S, Rebelo R, Correlo VM, Oliveira JM, Reis RL. Bioceramics for osteochondral tissue engineering and regeneration. *Adv Exp Med Biol*. 2018; 1058: 53–75. doi: 10.1007/978-3-319-76711-6_3
 59. Putlyaev VI, Yevdokimov PV, Klimashina ES, Rodin IA, Safronova TV, Garshev AV, et al. Stereolithography 3D-printing of bioceramic scaffolds of a given shape and architecture for bone tissue regeneration. *Inorganic Materials: Applied Research*. 2019; (5): 28–40. Russian

- (Путляев В.И., Евдокимов П.В., Мамонов С.А., Зорин В.Н., Климашина Е.С., Родин И.А. и др. Стереолитографическая 3D-печать биокерамических матриц заданной формы и архитектуры для регенерации костной ткани //Перспективные материалы. 2019. № 5. С. 28-40.) doi: 10.30791/1028-978X-2019-5-28-40
60. Qu H. Additive manufacturing for bone tissue engineering scaffolds. *Materials Today Communications*. 2020; (24): 101024.
 61. Radwan NH, Nasr M, Ishak RAH, Awad GAS. Moxifloxacin-loaded in situ synthesized Bioceramic/Poly(L-lactide-co-ε-caprolactone) composite scaffolds for treatment of osteomyelitis and orthopedic regeneration. *Int J Pharm*. 2021; 602: 120662. doi: 10.1016/j.ij-pharm.2021.120662
 62. Reshetov IV, Gaponov ME, Svyatoslavov DS, Bogoslovsky SG. Creation of implants by additive technologies for the reconstruction of head and neck tissues. *Head and neck. Russian Journal*. 2018; 4: 48-57. Russian (Решетов И.В., Гапонов М.Е., Святославов Д.С., Богословский С.Г. Создание имплантатов методом аддитивных технологий для реконструкции тканей головы и шеи //Голова и шея = Head and neck. Russian Journal. 2018. № 4. С. 48-57.) doi: 10.25792/HN.2018.6.4.48-57
 63. Sakthibairami K, Soundharrajan V, Kang JH, Yang YP, Park SW. Three-dimensional zirconia-based scaffolds for load-bearing bone-regeneration applications: prospects and challenges. *Materials (Basel)*. 2021; 14(12): 3207. doi: 10.3390/ma14123207
 64. Salah M, Tayebi L, Moharamzadeh K, Naini FB. Three-dimensional bio-printing and bone tissue engineering: technical innovations and potential applications in maxillofacial reconstructive surgery. *Maxillofac Plast Reconstr Surg*. 2020; 42(1): 18. doi: 10.1186/s40902-020-00263-6
 65. Schemitsch EH. Size matters: defining critical in bone defect size. *Journal of Orthopaedic Trauma*. 2017; (31): S20-S22.
 66. Seims KB, Hunt NK, Chow LW. Strategies to control or mimic growth factor activity for bone, cartilage, and osteochondral tissue engineering. *Bioconjugate Chemistry*. 2021; 5(32): 861-878.
 67. Níguez Sevilla B, Rabadan-Ros R, Alcaraz-Baños M, Martínez Díaz F, Mate Sánchez de Val JE, López-González I, et al. Nurse's A-phase-silicocarnotite ceramic-bone tissue interaction in a rabbit tibia defect model. *J Clin Med*. 2019; 8(10): 1714. doi: 10.3390/jcm8101714
 68. Shastov AL, Kononovich NA, Gorbach EN. Management of posttraumatic long bone defects in the national orthopedic practice (literature review). *Orthopaedic Genius*. 2018; 2(24): 252-257.
 69. Steffi C, Shi Z, Kong CH, Wang W. Modulation of osteoclast interactions with orthopaedic biomaterials. *J Funct Biomater*. 2018; 9(1): 18. doi: 10.3390/jfb9010018
 70. Tamay DG, Dursun Usal T, Alagoz AS, Yucel D, Hasirci N, Hasirci V. 3D and 4D printing of polymers for tissue engineering applications. *Front Bioeng Biotechnol*. 2019; 7: 164. doi: 10.3389/fbioe.2019.00164
 71. Toosi S, Behravan J. Osteogenesis and bone remodeling: A focus on growth factors and bioactive peptides. *Bio Factors*. 2020; 3(46): 326-340.
 72. Truong LB, Medina CD, Mostafavi E, O'Connell CP, Webster TJ. Advances in 3D-printed surface-modified Ca-Si bioceramic structures and their potential for bone tumor therapy. *Materials (Basel)*. 2021; 14(14): 3844. doi: 10.3390/ma14143844
 73. Turnbull G, Clarke J, Picard F, Riches P, Jia L, Han F, et al. 3D bioactive composite scaffolds for bone tissue engineering. *Bioact Mater*. 2017; 3(3): 278-314. doi: 10.1016/j.bioactmat.2017.10.001
 74. Wang C, Huang W, Zhou Y, He L, He Z, Chen Z, et al. 3D printing of bone tissue engineering scaffolds. *Bioactive materials*. 2020; 5(1): 82-91. doi: 10.1016/j.bioactmat.2020.01.004
 75. Wang J, Guo F, Chen G, Sun J, Tang Q, Chen L. Spatial-temporal patterns and inflammatory factors of bone matrix remodeling. *Stem Cells Int*. 2021; 2021: 4307961. doi: 10.1155/2021/4307961
 76. Wei S, Ma JX, Xu L, Gu XS, Ma XL. Biodegradable materials for bone defect repair. *Mil Med Res*. 2020; 7(1): 54. doi: 10.1186/s40779-020-00280-6
 77. Wen Y, Xun S, Haoye M, Baichuan S, Peng C, Xuejian L, et al. 3D printed porous ceramic scaffolds for bone tissue engineering: a review. *Biomater Sci*. 2017; 5(9): 1690-1698. doi: 10.1039/c7bm00315c
 78. Yarikov AV, Gorbatoov RO, Denisov AA, Smirnov II, Fraerman AP, Sosnin AG, et al. Application of additive 3D printing technologies in neurosurgery, vertebrology and traumatology and orthopedics. *Journal of Clinical Practice*. 2021; 12(1): 90-104. Russian (Яриков А.В., Горбатов Р.О., Денисов А.А., Смирнов И.И., Фраерман А.П., Соснин А.Г., и др. Применение аддитивных технологий 3D-печати в нейрохирургии, вертебрологии, травматологии и ортопедии //Клиническая практика. 2021. Т. 12, №1. С. 90-104.) doi: 10.17816/clinpract64944
 79. Yuan J, Wang B, Han C, Huang X, Xiao H, Lu X, et al. Nanosized-Ag-doped porous β-tricalcium phosphate for biological applications. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl*. 2020; 114: 111037. doi: 10.1016/j.msec.2020.111037
 80. Zafar MJ, Zhu D, Zhang Z. 3D Printing of bioceramics for bone tissue engineering. *Materials (Basel)*. 2019; 12(20): 3361. doi: 10.3390/ma12203361
 81. Zhang B, Zhang M, Sun Y, Li M, Han F, Wu C. Haversian bone-mimicking bioceramic scaffolds enhancing MSC-macrophage osteo-immunomodulation. *Progress in Natural Science: Materials International*. 2021; 31: 883-890.
 82. Zhang M, Lin R, Wang X, Xue J, Deng C, Feng C, et al. 3D printing of Haversian bone-mimicking scaffolds for multicellular delivery in bone regeneration. *Sci Adv*. 2020; 6(12): eaaz6725. doi: 10.1126/sciadv.aaz6725

Сведения об авторах:

Биялов А.Р., к.м.н., доцент кафедры травматологии и ортопедии с курсом ИДПО, начальник УИТ, ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России, г. Уфа, Россия.

Минасов Б.Ш., д.м.н., профессор, заведующий кафедрой травматологии и ортопедии с курсом ИДПО; врач травматолог-ортопед Клиники БГМУ, ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России, г. Уфа, Россия.

Information about authors:

Bilyalov A.R., candidate of medical sciences, docent of department of traumatology and orthopedics with course of Institute of Additional Professional Education, head of information technology department, Bashkir State Medical University, Ufa, Russia.

Minasov B.Sh., MD, PhD, professor, chief of department of traumatology and orthopedics with course of Institute of Additional Professional Education; traumatologist-orthopedist of clinic, Bashkir State Medical University, Ufa, Russia.

Якупов Р.Р., д.м.н., профессор кафедры травматологии и ортопедии с курсом ИДПО; врач травматолог-ортопед Клиники БГМУ, ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России, г. Уфа, Россия.

Акбашев В.Н., младший научный сотрудник, «Лаборатория Аддитивных технологий» Института фундаментальной медицины, ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России, г. Уфа, Россия.

Рафикова Г.А., младший научный сотрудник, «Лаборатория Аддитивных технологий» Института фундаментальной медицины; младший научный сотрудник, «Лаборатория иммунологии» Института урологии и клинической онкологии, ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России, г. Уфа, Россия.

Бикмеев А.Т., к.ф.-м.н., доцент, заведующий лабораторией, «Лаборатория математического моделирования» Института фундаментальной медицины, ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России, г. Уфа, Россия.

Чугунов С.С., к.ф.-м.н., старший научный сотрудник, «Лаборатория аддитивного производства, центр технологий материалов», Автономная некоммерческая образовательная организация высшего образования «Сколковский институт науки и технологий», г. Москва, Россия.

Киреев В.Н., к.ф.-м.н., старший научный сотрудник, «Лаборатория математического моделирования» Института фундаментальной медицины ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России; директор Центра микро- и наномасштабной динамики дисперсных систем, ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий», г. Уфа, Россия.

Павлов В.Н., д.м.н., профессор, академик РАН, председатель ученого совета – ректор Университета; заведующий кафедрой урологии с курсом ИДПО, ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России, г. Уфа, Россия.

Кжышковская Ю.Г., д.б.н., профессор, заведующая лабораторией трансляционной клеточной и молекулярной биомедицины, Национальный исследовательский Томский государственный университет; заведующая лабораторией геотехнологий, ФГБОУ ВО СибГМУ Минздрава России, г. Томск, Россия; заведующая отделом врожденного иммунитета Университета Гейдельберга, Германия.

Адрес для переписки:

Акбашев Владислав Николаевич, ул. Ленина, д. 3, г. Уфа, Россия, 450008

E-mail: Vlad-akb@mail.ru

Статья поступила в редакцию: 04.02.2023

Рецензирование пройдено: 16.02.2023

Подписано в печать: 01.03.2023

Yakupov R.R., MD, PhD, professor of department of traumatology and orthopedics with course of Institute of Additional Professional Education; traumatologist-orthopedist of clinic, Bashkir State Medical University, Ufa, Russia.

Akbashev V.N., junior researcher, Laboratory of Additive Technologies of Institute of Fundamental Medicine, Bashkir State Medical University, Ufa, Russia.

Rafikova G.A., junior researcher, Laboratory of Additive Technologies of Institute of Fundamental Medicine; junior researcher, Immunology Laboratory of Institute of Urology and Clinical Oncology, Bashkir State Medical University, Ufa, Russia.

Bikmeev A.T., candidate of physical and mathematic sciences, do-cent, chief of laboratory, Laboratory of Mathematical Modeling of Institute of Fundamental Medicine, Bashkir State Medical University, Ufa, Russia.

Chugunov S.S., candidate of physical and mathematic sciences, senior researcher, Laboratory of Additive Manufacturing, Center of Technologies and Materials, Skolkovo Institute of Science and Technology, Moscow, Russia.

Kireev V.N., candidate of physical and mathematic sciences, senior researcher, Laboratory of Mathematical Modeling of Institute of Fundamental Medicine, Bashkir State Medical University; director of Center for Micro- and Nanoscale Dynamics of Disperse Systems, Ufa University of Science and Technology, Ufa, Russia.

Pavlov V.N., MD, PhD, professor, academician of RAS, chairman of academic council – rector of university; head of department of urology with course of Institute of Additional Professional Education, Bashkir State Medical University, Ufa, Russia.

Kzhyshkovska Yu.G., PhD in biology, professor, head of laboratory of translational cellular and molecular biomedicine, National Research Tomsk State University; chief of laboratory of geotechnologies, Siberian State Medical University, Tomsk, Russia; head of department of innate immunity, Heidelberg University, Germany.

Address for correspondence:

Akbashev Vladislav Nikolaevich, Lenina St., 3, Ufa, Russia, 450008

E-mail: Vlad-akb@mail.ru

Received: 04.02.2023

Review completed: 16.02.2023

Passed for printing: 01.03.2023



ОСОБЕННОСТИ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА У БОЛЬНЫХ САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ

FEATURES OF HIP ENDOPROSTHETICS IN PATIENTS WITH DIABETES MELLITUS

Емельянов С.А. Emelyanov S.A.
Чумаков Р.В. Chumakov R.V.

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный университет
имени Г.Р. Державина»,
г. Тамбов, Россия,

Derzhavin Tambov State University
Tambov, Russia

ТОГБУЗ «Городская клиническая больница г. Котова»,
г. Котовск, Россия

Kotovsk City Clinical Hospital,
Kotovsk, Russia

Данная статья посвящена обзору актуальных проблем и их разрешению при необходимости первичного эндопротезирования тазобедренного сустава у больных сахарным диабетом как I, так и II типа. Круг людей, страдающих сахарным диабетом, независимо от типа, расширяется каждый год. При увеличении продолжительности жизни и тенденции к росту общего среднестатистического возраста потребность в эндопротезировании тазобедренного сустава также возрастает, и множится вероятность его проведения лицам, имеющим в анамнезе сахарный диабет.

Цель обзора – на основании анализа литературы оценить современное состояние проблемы и эффективность эндопротезирования тазобедренного сустава у больных сахарным диабетом I и II типа.

Материалы и методы. Поиск был проведен в открытых электронных научных базах данных PubMed национальной электронной медицинской библиотеки США и баз данных российской научной электронной библиотеки e-Library по ключевым словам и словосочетаниям: эндопротезирование тазобедренного сустава; оперативное вмешательство; сахарный диабет. По причине малого количества опубликованных материалов и информации за последнее время касаясь проведения эндопротезирования тазобедренного сустава у больных сахарным диабетом глубина поиска составила 25 лет.

Результаты обзора. Одними из главных критериев при проведении эндопротезирования тазобедренного сустава у больных сахарным диабетом является поддержание адекватной гликемии и грамотная оценка развития возможных послеоперационных осложнений. Наиболее частой проблемой послеоперационного периода являются гнойно-септические осложнения. При комплексном обследовании оперируемых пациентов, индивидуальном выборе анестезии, умеренном подходе поддержания сахара в крови и адекватной инсулинотерапии на всех этапах пребывания пациента в стационаре риски развития осложнений значительно снижаются. Существует острая потребность в коррективке и развитии хирургического подхода в лечении пациентов с сахарным диабетом I и II типа.

Заключение. Основываясь на информации, собранной, обобщенной и представленной в данной статье, следует обозначить наличие значительных рисков развития осложнений в послеоперационном периоде у больных сахарным диабетом как конкретно по поводу проведения эндопротезирования тазобедренного сустава, так и вследствие реализации общего оперативного вмешательства. Меры профилактики послеоперационных осложнений снижают вероятность их проявления, и также общее повышение оценки качества жизни посредством проведения эндопротезирования

This article is devoted to a review of current problems and their resolution if hip arthroplasty is required in patients with both type I and type II diabetes mellitus. The circle of people suffering from diabetes, regardless of type, is expanding every year. With an increase in life expectancy and an upward trend in the general average age, the need for hip arthroplasty also increases and the likelihood of it being performed for people with a history of diabetes mellitus.

Objective – based on the analysis of the literature, to evaluate the current state of the problem and the effectiveness of hip arthroplasty in patients with type I and type II diabetes mellitus.

Materials and methods. The search was carried out in the open electronic scientific databases PubMed of the US National Electronic Medical Library and the databases of the Russian scientific electronic library e-library by keywords and phrases: hip arthroplasty; surgical intervention; diabetes. Due to the lack of published materials and recent information regarding hip arthroplasty in diabetic patients, the search depth was 25 years.

Review results. One of the main criteria for hip arthroplasty in diabetic patients is the maintenance of adequate glycemia and a competent assessment of the development of possible postoperative complications. The most common problem in the postoperative period is purulent-septic complications. With a comprehensive examination of operated patients, individual choice of anesthesia, a moderate approach to maintaining blood sugar and adequate insulin therapy at all stages of the patient's stay in the hospital, the risks of complications are significantly reduced. There is an urgent need to adjust and develop the surgical approach for the treatment of patients with type 1 and type 2 diabetes mellitus.

Conclusion. Based on the information collected, summarized and presented in this article, it should be noted that there are significant risks of complications in the postoperative period in patients with diabetes mellitus, both, specifically, regarding the implementation of hip arthroplasty, and as a result of the implementation of a general surgical intervention. Measures for the prevention of postoperative complications reduce the likelihood of their manifestation and, also, a general increase in the assessment of the quality of life through hip arthroplasty creates pre-

Для цитирования: Емельянов С.А., Чумаков Р.В. ОСОБЕННОСТИ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА У БОЛЬНЫХ САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ //ПОЛИТРАВМА / POLYTRAUMA. 2023. № 1, С. 110-116.

Режим доступа: <http://poly-trauma.ru/index.php/pt/article/view/440>

DOI: 10.24412/1819-1495-2023-1-110-116

тазобедренного сустава создает предпосылки к разработке и внедрению новых подходов и технологий проведения тотального эндопротезирования тазобедренного сустава.

Ключевые слова: эндопротезирование тазобедренного сустава; оперативное вмешательство; сахарный диабет.

requisites for the development and implementation of new approaches and technologies for total hip arthroplasty.

Key words: endoprosthesis of the hip joint; surgical intervention; diabetes.

Опираясь на актуальные данные, касающиеся эндопротезирования, можно сделать вывод, что число хирургических вмешательств по поводу замены тазобедренного сустава крайне быстро стремится вверх, а каждый год проводится более 2 миллионов операций в мире (в России же более 70 тысяч) [1-3]. Настолько высокие показатели количества проведенных операций напрямую связаны с увеличением продолжительности жизни людей и тенденцией к росту общего среднестатистического возраста. Основными показаниями к первичному эндопротезированию тазобедренного сустава являются: остеоартроз, аваскулярный некроз головки бедренной кости, дисплазия тазобедренного сустава, ревматоидный артрит, анкилоз [4-6]. Но все же одним из главных поводов к проведению данной операции служит перелом шейки бедра. При этом своевременно оказанное хирургическое лечение способствует более низкому проценту летальности и общему повышению качества жизни пациентов [5].

В свою очередь, сахарный диабет в наше время является крайне распространенным заболеванием нарушения обмена веществ. Хотя этот диагноз не входит в перечень основных противопоказаний к эндопротезированию, негативные последствия при оперативных вмешательствах, выраженные в частом развитии гнойных и инфекционных осложнений и крайне медленном послеоперационном заживлении раневых поверхностей, ставят перед ортопедами-травматологами множество вопросов как перед операцией, так и после ее проведения. С продолжительностью течения сахарного диабета в стадии декомпенсации происходят патологические изменения в структуре сердца и сосудов, снижение функции дыхательной системы. Отсюда возрастают риски ввиду принятия наркоза оперируемым пациентом.

Цель обзора — на основании анализа литературы оценить современное состояние проблемы и эффективность эндопротезирования тазобедренного сустава у больных сахарным диабетом I и II типа.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Поиск был проведен в открытых электронных научных базах данных PubMed национальной электронной медицинской библиотеки США и баз данных российской научной электронной библиотеки eLibrary по ключевым словам и словосочетаниям: эндопротезирование тазобедренного сустава; оперативное вмешательство; сахарный диабет. Ввиду достаточно малой разработки рассматриваемой темы и малого количества опубликованных материалов и информации за последнее время касемо проведения эндопротезирования тазобедренного сустава у больных сахарным диабетом глубина поиска составила 25 лет (табл.).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Касаясь возрастных данных по поводу проведения эндопротезирования в недавнее время, можно отметить, что, к сожалению, отсутствие единой базы национального регистра в России не позволяет получить всеобъемлющее представление о гендерном и возрастном составе оперируемых пациентов, об используемых хирургических технологиях, устанавливаемых имплантатах и показателях выживаемости эндопротезов [7]. Согласно данным, представленным в работе Шубякова И.И. с соавт. (2017), пик операций эндопротезирования приходится на возрастную группу 71-80 лет, а во всех федеральных учреждениях — на возрастную категорию 51-60 лет [8]. И хотя исследование и развитие новых техник и методик эндопротезирования тазобедренного сустава, к примеру, при деформирующем артрозе, как правило, характерном детском заболевании, является крайне важ-

ным и социально необходимым, все же подавляющее большинство зарегистрированных случаев эндопротезирования тазобедренного сустава относят к пожилым группам лиц. Вследствие этого можно сделать вывод, что данное хирургическое вмешательство имеет большую актуальность для гериатрических больных, нежели для молодых слоев населения.

В целом операционный период у больных сахарным диабетом имеет ряд особенностей и отличий при сравнении с рядовыми пациентами. Одним из главных критериев при проведении хирургического вмешательства у больных сахарным диабетом является поддержание адекватной гликемии на протяжении предоперационной подготовки, операционного и послеоперационного периодов. Сейчас, как правило, специалисты предпочитают придерживаться умеренного подхода поддержания сахара в крови, а конкретно от 6,1 до 10 ммоль/л, при этом отмечается тенденция к наиболее низкой летальности по сравнению со строгим подходом, заключавшимся в поддержании гликемии на уровне от 4,6 до 6,1 ммоль/л [9]. У пациентов с сопутствующим сахарным диабетом хирургический стресс может привести к опасной для жизни гипергликемии и кетоацидозу, последствия такого стресса сильнее выражены при первом типе течения заболевания [10]. Также гипергликемию провоцировало проведение некорректного парентерального питания. Согласно данным, опубликованным М.О. Kwoun et al. (2022), у половины исследуемых пациентов, которые получали декстрозу при помощи парентерального питания со скоростью 4 мг/кг в минуту и более, она присутствовала [11].

Инсулинотерапия при эндопротезировании, как и при любой открытой операции, имеет разные подходы при сахарном диабете I и II типа. К одному из них относят постоянную внутривенную

Таблица
Разделение по обсуждаемым вопросам и проблемам
Table
Distribution of articles relating to discussed issues and problems

Рассматриваемые вопросы и проблемы Reviewe dissues and problems	Количество статей Number of articles	Авторы и год публикации Authors and publication year
Показания к эндопротезированию тазобедренного сустава. Актуальные возрастные данные Indications for hip arthroplasty. Current age data	6	Australian Orthopaedic Association National Joint Replacement Registry (2016) [1], J. Ranstam et al. (2011) [2], Р.М. Тихилов с соавт. (R.M. Tikhilov et al.) (2013) [3], А.Н. Цед, А.К. Дулаев (A.T. Tsed, A.K. Dulaev) (2018) [4], А. С. Летов с соавт. (A.S. Letov et al.) (2010) [5], А. С. Летов с соавт. (A.S. Letov et al.) (2012) [6]
Особенности операционного периода у больных сахарным диабетом Features of the operating period in patients with diabetes mellitus	9	О.М. Лесняк, С.А. Бахтиярова (O.M. Lesnyak, S.A. Bakhtiyarova) (2007) [7], И.И. Шубняков с соавт. (I.I. Shubnyakov et al.) (2017) [8], S. Bratanow, S. Braun (2014) [9], Ю. П. Малышев с соавт. (Yu.P. Malyshev et al.) (2016) [10], M.O. Kwoun et al. (2002) [11], N. Grey, G. Perdrietz (2014) [12], S. Chatterjee (2011) [13], M. Stadler (2003) [14], A.D. Kaye, J.M. Riopelle (2015) [15]
Особенности проведения остеосинтеза у больных сахарным диабетом Features of osteosynthesis in patients with diabetes mellitus	5	G. Niemi, H. Breivik (1998) [16], H. Kehlet, J.B. Dahl (1993) [17], M.J. Parker et al. (2008) [18], D.K. Murphy et al. (2013) [19], А.Ф. Лазарев с соавт. (A.F. Lazarev et al.) (2013) [20]
Особенности проведения эндопротезирования у больных сахарным диабетом. Эндопротезирование тазобедренного сустава Features of joint replacement in patients with diabetes mellitus. Endoprosthetics of the hip joint	11	I. Komanov (1997) [21], F. Berenbraum (2011) [22], А.А. Литвинов (A.A. Litvinov) (2002) [23], K. Dhatriya et al. (2013) [24], Y.S. Chun et al. (2014) [25], В.М. Прохоренко с соавт. (V.M. Prokhorenko et al.) (2017) [26], K.B. King (2013) [27], J. Chrastil (2015) [28], A. Madhav, S. Kurtis (2015) [29], A.Z. Fu et al. (2014) [30], F. Agos (2014) [31]
Оценка качества жизни пациентов с сахарным диабетом после проведенного эндопротезирования тазобедренного сустава Assessment of the quality of life of patients with diabetes mellitus after hip arthroplasty	1	А.Р. Трубин (A.R.Trubin) (2013) [32]

инфузию инсулина с введением глюкозы (5 %) со скоростью 1 мл/кг за один час. В другом варианте инсулинотерапии можно выделить систематическое введение определенных, как правило, небольших, доз инсулина внутривенно. Больным сахарным диабетом I типа, которые вынуждены использовать инсулин пролонгированного дей-

ствия, в целях коррекции гликемии существует возможность его безопасного введения вечером до операции, а затем при необходимости уже можно применять болюсно инсулин ультракороткого действия. При этом важно учитывать индекс массы тела, показатели актуальной гликемии и возможный фактор инсулинорезистентности. Также стоит

отметить, что активно проводимая инсулинотерапия ощутимо снижает время продолжительности искусственной вентиляции легких и увеличивает процент выживаемости пациентов в тяжелых состояниях. Так, Grey N. et al. в клиническом исследовании наглядно доказали, что при стабильном уровне гликемии от 4,4 до 6,6 ммоль/л в отде-

лении хирургической реанимации значительно снижается число нозокомиальных инфекций [12]. Однако количество случаев возникновения гипогликемии при данных границах уровня сахара в крови увеличилось на четверть в сравнении с умеренным подходом поддержания гликемии, описанным ранее. В итоге следует отметить, что выбор методики проведения инсулинотерапии и подхода к ней является одним из главных критериев, определяющих количество и интенсивность проявления операционных и послеоперационных осложнений у пациентов с сахарным диабетом I и II типов.

Одним из наиболее часто встречаемых осложнений после проведенного хирургического вмешательства является послеоперационная тошнота и рвота (ПОТР). Фактически она развивается у 30 % оперируемых пациентов [13-14]. Ведущим фактором скорейшего восстановления пациента в послеоперационном периоде, имеющего в анамнезе заболевание, связанное с нарушением обмена веществ, является его возвращение к обычному питанию в наиболее короткие сроки. Отсюда можно сделать вывод об актуальности и необходимости проведения послеоперационной профилактики рвоты и тошноты [15].

Что касается анестетиков, для диабетических больных методом выбора будет являться мультимодальная анестезия. Так, H. Breiviket, G. Niemi (1998) в своей работе отразили позиции трехкомпонентной методики с целью обеспечения адекватной грудной эпидуральной анальгезии [16]. Она имеет максимальную эффективность при минимальных рисках проявления побочных реакций, что, собственно, отражает главную цель применения мультимодальной анестезии [17].

При сравнении остеосинтеза с эндопротезированием тазобедренного сустава следует отметить, что в наше время при возникновении перелома шейки бедра все чаще специалисты стремятся к проведению органосохраняющих операций взамен однополюсного или тотального эндопротезирования. Ведущий метод остеосинтеза при переломе шейки

бедра — погружной. Он имеет ряд достоинств по отношению к эндопротезированию. Это и минимизация риска осложнений, что крайне важно при наличии сахарного диабета, и скорость проведения операции, и меньший процент летальности на всех этапах операции [18]. Поэтому с каждым годом разрабатываются новые металлоконструкции для проведения остеосинтеза. Однако не во всех случаях переломов шейки бедренной кости представляется возможным применение данной методики. Основопологающим критерием выбора метода лечения является классификация Garden, предоставляющая возможность для оценки вероятного уменьшения кровоснабжения головки бедренной кости. Так, Murphy D.K. et al. (2013) установили, что переломы I и II типа по Garden в наибольшей степени благоприятны для проведения остеосинтеза [19]. В свою очередь, Parker M.J. et al. (2008) сделали вывод, что при переломе шейки бедренной кости I и II типа по Garden явным методом выбора для больных, не достигших 65 лет, будет являться проведение остеосинтеза [18]. Также стоит отметить, что решение о выборе метода оперативного лечения зависит от ряда факторов, таких как возраст пациента, наличие сопутствующих хронических заболеваний, тип перелома и его локализация, общее состояние пациента, прогнозируемая степень участия в послеоперационном процессе реабилитации [20, 21].

Важным критерием реализации интрамедуллярного остеосинтеза бедренной кости является осуществление оперативного вмешательства на ранних этапах. Рекомендуется проведение операции в течение 24-48 часов после получения травмы. У пациентов с сахарным диабетом зачастую в предоперационном периоде уровень гликемии превышает норму и прежде всего такие больные нуждаются в компенсации хронического заболевания. Поэтому во многих случаях для больных сахарным диабетом I и II типа в стадии декомпенсации единственным выходом становится проведение эндопротезирования тазобедренного сустава в отсро-

ченном порядке. Так, наличие у человека сахарного диабета автоматически является повышенным фактором риска для формирования остеоартроза. В клинической практике это явление носит название «фенотип диабет-вызванный остеоартроз» [22]. Данное заболевание входит в список главных причин, служащих поводом для проведения эндопротезирования.

Клинической причиной выбора однополюсного или тотального эндопротезирования служит выраженность нарушения кровоснабжения головки бедренной кости, что характерно для переломов шейки бедра. По данным Литвинова А.А. (2002), не сильно выраженное нарушение кровоснабжения (около 10,2 %), причиной которому служат несмещенные вколоченные переломы, предоставляет возможность к проведению интрамедуллярного остеосинтеза. Однако, согласно тем же данным, аналогичный перелом со смещением в среднем на 54,4 % препятствует питанию головки бедренной кости, что является показанием к проведению эндопротезирования [23]. Стоит заметить, что эти данные актуальны и для пациентов, страдающих сахарным диабетом.

Одним из ведущих критериев успешного проведения этой операции является грамотная оценка присутствия хирургического риска с учетом компенсации либо декомпенсации сахарного диабета отягощенного либо неотягощенного анамнеза и, вероятно, возможных осложнений. Пациентам с данным нарушением обмена веществ рекомендуется выполнять хирургическое вмешательство в утреннее время с целью минимизирования резких гликемических изменений и сокращения времени предоперационного голодания [24]. Также в отношении больных с имеющейся инсулинорезистентностью, которая может развиваться в ответ на длительное голодание, оперативное вмешательство и кровопотерю, может быть проведена программа восстановления в виде ночной предоперационной углеводной нагрузки под контролем гликемии [25].

По информации, представленной в работе Прохоренко В.М. с

соавт., по истечении 5 лет после проведения тотальной артропластики тазобедренного сустава, если не брать в расчет крайне высокую эффективность данного метода, в среднем 6 % оперируемых пациентов требуется повторное оперативное вмешательство [26]. При повторной процедуре эндопротезирования тазобедренного сустава риск возникновения осложнений, который и без того увеличен у пациентов с сахарным диабетом, может быть еще выше в несколько раз. При этом, по данным King K.B. et al. (2013), число проведенных ортопедических операций, а именно эндопротезирования тазобедренного сустава, у пациентов без сахарного диабета значительно ниже при достижении возраста 45 лет и старше, нежели у больных, имеющих сахарный диабет в анамнезе [27].

За время изучения особенностей данной операции собрана информация, позволяющая сопоставить показания гликемии с возможными осложнениями по поводу проводимой артропластики тазобедренного сустава. Так, Chrastil J. et al. (2015) установили взаимосвязь между высоким процентом летальности в операционном и послеоперационном периоде с уровнем HbA1c от 7 % и выше [28]. Из работы Karunakar Madhav A., Kurtis S. (2010) можно выделить информацию о стойком росте риска развития инфекционных послеоперационных осложнений в 7 раз при показателях гипергликемии свыше 12,2 ммоль/л [29]. А исходя из трудов Fu A.Z. et al. (2014), можно сделать вывод, что в сочетании диагноза сахарного диабета с проведением эндопротезирования тазобедренного сустава первый является явной причиной повышенного риска развития инфекции мочевыводящих путей [30]. Подытожить влияние гипергликемического эффекта на реализацию артропластики можно обзором на публикацию

наблюдательного исследования, проведенного Agos F. et al. (2014), в котором они пришли к выводу, что при выполнении оперативных вмешательств в травматологии и ортопедии процент образования хирургической раневой инфекции мог бы быть значительно ниже при более тщательном контроле гликемии оперируемых пациентов и активном введении разработанных методов и методик доказательной медицины [31].

Оценка качества жизни пациентов по истечении определенного времени после проведенного хирургического вмешательства является неотъемлемой частью работы медицинского специалиста. По ней можно судить о рациональности, своевременности проведенных манипуляций и с учетом этого совершить нужные выводы о предстоящих операциях.

Так, в своей статье, посвященной данному вопросу, Трубин А.Р. (2013) проанализировал качество жизни ряда пациентов с травмами и заболеваниями тазобедренного сустава до проведения эндопротезирования и через 12 месяцев после него [32]. Исходя из нее, можно сделать вывод, что проведение данного оперативного вмешательства, несмотря на большое количество хронических заболеваний у оперируемых больных (в том числе наличие сахарного диабета), привело к значительному улучшению всех компонентов качества жизни. В связи с проведенной артропластикой разрешились ранее проявлявшиеся характерные интенсивные боли и нарушения физического функционирования, что говорит о положительном влиянии этой операции на полноценность жизнедеятельности и работоспособности людей как страдающих сахарным диабетом, так и нет.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ литературы показал, что неоднозначность прогноза течения

предоперационного, операционного и послеоперационного периодов при эндопротезировании тазобедренного сустава у больных сахарным диабетом I и II типа трактуется рядом факторов, основным из которых является степень компенсации диабета. При декомпенсированной стадии заболевания риски развития осложнений крайне велики. Также важным критерием является поддержание гликемии в пределах нормы на каждом периоде оперативного вмешательства.

В случае поступления пациента с сахарным диабетом в стадии компенсации с переломом шейки бедра и при возможности реализации оперативного вмешательства в течение 24-48 часов после получения травмы существует вероятность проведения остеосинтеза. По истечении этого времени более рациональным решением, возможно, будет эндопротезирование тазобедренного сустава.

У лиц, не имеющих в анамнезе хронических заболеваний, чаще всего осложнения проявляются вывихами головки эндопротеза. При наличии сахарного диабета ведущую позицию занимают гнойно-септические осложнения.

Общее повышение оценки качества жизни посредством проведения тотального эндопротезирования тазобедренного сустава создает предпосылки к разработке и внедрению новых технологий и методик проведения данной операции.

Информация о финансировании и конфликте интересов

Исследование не имело спонсорской поддержки.

Работа выполнена с использованием оборудования центра коллективного пользования научным оборудованием ТГУ имени Г.Р. Державина.

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

ЛИТЕРАТУРА/ REFERENCES:

1. Australian Orthopaedic Association National Joint Replacement Registry. Annual Report 2016. Available at: <http://aoanjrr.dmac.adelaide.edu.au>
2. Ranstam J, Kärrholm J, Pulkkinen P, Mäkelä K, Espehaug B, Pedersen AB, et al. NARA study group. Statistical analysis of arthro-
3. plasty data. II. Guidelines. *Acta Orthop.* 2011; 82(3): 258-267. DOI: 10.3109/17453674.2011.588863
4. Tikhilov RM, Shubnyakov II, Kovalenko AN, Cherny AZ, Muravieva YuV, Goncharov MYu. RNIITO of Vreden Hip replacement register data from 2007-2012 years. *Traumatology and Orthopedics of Russia.* 2013; (3): 167-190. Russian (Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Ковален-

- ко А.Н., Черный А.Ж., Муравьева Ю.В., Гончаров М.Ю. Данные регистра эндопротезирования тазобедренного сустава РНИИТО им. Р.Р. Вредена за 2007-2012 годы //Травматология и ортопедия России. 2013. № 3. С. 167-190.)
4. Tsed AN, Dulaev AK. Primary Hip Arthroplasty in Patients with End-Stage of Chronic Kidney Disease (Literature Review). *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2018; 24(2): 146-153. Russian (Цед А.Н., Дулаев А.К. Первичное эндопротезирование тазобедренного сустава у больных с терминальной стадией хронической болезни почек (обзор литературы) //Травматология и ортопедия России. 2018. Т. 24, № 2. С. 146-153.) DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-2-146-153
 5. Letov AS, Bakhteeva NK, Voskresensky OYu, Markov DA, Yamshchikov ON, Yusupov KS, et al. Surgical treatment of patients with ankylosis of the hip joint. *Bulletin of the Tambov University. Series: Natural and technical sciences*. 2010; 15(5): 1511-1514. Russian (Летов А.С., Бахтеева Н.Х., Воскресенский О.Ю., Марков Д.А., Ямщиков О.Н., Юсупов К.С. и др. Хирургическое лечение пациентов с анкилозами тазобедренного сустава //Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. 2010. Т. 15, № 5. С. 1511-1514.)
 6. Letov AS, BarabashYuA, Markov DA, Nenashev AA, Yamshchikov ON, Emkuzhev OL. Biomechanical and neurophysiological evaluation of the effectiveness of the total hip arthroplasty technique. *Bulletin of the Tambov University. Series: Natural and technical sciences*. 2012; 17(5): 1433-1440. Russian (Летов А.С., Барабаш Ю.А., Марков Д.А., Ненасhev А.А., Ямщиков О.Н., Емкужев О.Л. Биомеханическая и нейрофизиологическая оценка эффективности методики тотального эндопротезирования тазобедренного сустава //Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. 2012. Т. 17, № 5. С. 1433-1440.)
 7. Lesnyak OM, Bakhtiyarova SA, Golobrodsko KN, Kuznetsova NL. Quality of life in osteoporosis. Prospective follow-up of patients with a fracture of the proximal femur. *Osteoporosis and osteopathy*. 2007; 10(3): 4-8. Russian (Лесняк О.М., Бахтиярова С.А., Голобородько К.Н., Кузнецова Н.Л. Качество жизни при остеопорозе. Проспективное наблюдение пациентов, перенесших перелом проксимального отдела бедра //Остеопороз и остеопатии. 2007. Т. 10, № 3. С. 4-8.)
 8. Shubnyakov II, Tikhilov RM, Nikolaev NS, Grigoricheva LG, Ovsyankin AV, Cherny AZh, et al. Epidemiology of primary hip arthroplasty: report from Register of Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2017; 23(2): 81-101. Russian (Шубняков И.И., Тихилов Р.М., Николаев Н.С., Григоричева Л.Г., Овсянкин А.В., Черный А.Ж. и др. Эпидемиология первичного эндопротезирования тазобедренного сустава на основании данных регистра артропластики РНИИТО им. Р.Р. Вредена //Травматология и ортопедия России. 2017. Т. 23, № 2. С. 81-101.) DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-2-81-101
 9. Bratanow S, Braun S. Nutritional support. In: *Fundamentals of Intensive Care: Manual WFSA*. Russian version of the magazine Update in Anaesthesia. 2014: 135-148. Russian (Брэтноу С., Браун С. Нутритивная поддержка //Основы интенсивной терапии: руководство Всемирной федерации обществ анестезиологов (WFSA). Русская версия журнала Update in Anaesthesia. 2014. С. 135-148.)
 10. Malyshev YP, Zabolotskikh IB, Lebedinsky KM, Neymark MI, Dunts PV. Perioperative management of patients with diabetes mellitus. *Bulletin of Intensive Therapy*. 2016; (4): 41-51. Russian (Малышев Ю.П., Заболотских И.Б., Лебединский К.М., Неймарк М.И., Дунц П.В. Периоперационное ведение пациентов с сахарным диабетом // Вестник интенсивной терапии. 2016. № 4. С. 41-51.)
 11. Kwoun MO, Ling PR, Lydon E, Imrich A, Qu Z, Palombo J, et al. Immunologic effects of acute hyperglycemia in nondiabetic rats. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*. 1997; 21(2): 91-95. DOI: 10.1177/014860719702100291
 12. Grey N, Perdrizet G. Reduction of nosocomial infections in the surgical intensive-care unit by strict glycemic control. *Endocrine Practice*. 2004; 10(Suppl 2): 46-52. DOI: 10.4158/ep.10.s2.46
 13. Chatterjee S, Rudra A, Sengupta S. Current concepts in the management of postoperative nausea and vomiting. *Anesthesiol Res Pract*. 2011; 2011: 748031.
 14. Stadler M, Bardiau F, Seidel L, Albert A, Boogaerts JG. Difference in risk factors for postoperative nausea and vomiting. *Anesthesiology*. 2003; 98(1): 46-52. DOI: 10.1097/00000542-200301000-00011
 15. Kaye AD, Riopelle JM. Intravascular fluid and physiology of electrolyte metabolism. *Anesthesia by Ronald Miller: in 4 volumes /edited by RD Miller; co-editors: LI Ericson et al; translated from English under general edition by KM Lebedinsky; 7th edition*. Saint Petersburg: Chelovek, 2015. Vol. 3. P. 1685-1726. Russian (Kaye A.D., Riopelle J.M. Внутрисосудистая жидкость и физиология обмена электролитов //«Анестезия» Рональда Миллера: в 4 т. /под ред. Р.Д. Миллера; соредакторы: Л.И. Эрикссон и др.; пер. с англ. под общ. ред. К.М. Лебединского; 7-е изд. Санкт-Петербург: Человек, 2015. Т. 3. С. 1685-1726.)
 16. Niemi G, Breivik H. Adrenaline markedly improves thoracic epidural analgesia produced by a lowdose infusion of bupivacaine, fentanyl and adrenaline after major surgery. *Acta Anaesthesiol Scand*. 1998; 42(8): 897-909.
 17. Kehlet H, Dahl JB. The value of «multimodal» or «balanced analgesia» in postoperative pain treatment. *Anesth Analg*. 1993; 77(5): 1048-1056.
 18. Parker MJ, White A, Boyle A. Fixation versus hemiarthroplasty for undisplaced intracapsular hip fractures. *Injury*. 2008; 39(7): 791-795.
 19. Murphy DK, Randell T, Brennan KL, Probe RA, Brennan ML. Treatment and displacement affect the reoperation rate for femoral neck fracture. *Clin Orthop Relat Res*. 2013; 471(8): 2691-702.
 20. Lazarev AF, Ragozin AO, Solod EI, Kakabadze MG. Features of hip arthroplasty for fractures of the femoral neck. *Bulletin of traumatology and orthopedics*. 2003; (2): 3-8. Russian (Лазарев А.Ф., Рагозин А.О., Солод Э.И., Какабадзе М.Г. Особенности эндопротезирования тазобедренного сустава при переломах шейки бедренной кости //Вестник травматологии и ортопедии. 2003. № 2. С. 3-8.)
 21. Komanov I. Subcapital femoral neck fractures: internal fixation versus prosthetic replacement. *J Bone Jt surgery*. 1997; 79-B(Suppl. 2): 244-245.
 22. Berenbraum F. Diabetes-induced osteoarthritis: from new paradigm to a new phenotype. *Ann Rheum Dis*. 2011; 70(8): 1354-1356.
 23. Litvinov AA. Features of intraosseous circulation in the surgical treatment of medial fractures of the femoral neck in adults: abstract of the thesis of PhD in med. sciences: 14.00.27 /Russian Pavlov State Medical University. Ryazan, 2002. 22 p. Russian (Литвинов А.А. Особенности внутрикостного кровообращения при хирургическом лечении медиальных переломов шейки бедренной кости у взрослых: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.00.27 /РГМУ им. Павлова. Рязань, 2002. 22 с.)
 24. Dhatariya K, Levy N, Kilvert A, Watson B, Cousins D, Flanagan D, et al. NHS Diabetes guideline for the perioperative management of the

- adult patient with diabetes. *Diabet Med.* 2012; 29(4): 420-433. DOI: 10.1111/j.1464-5491.2012.03582.x
25. Chun YS, Lee SH, Lee SH, Cho YJ, Rhyu KH. Clinical implication of diabetes mellitus in primary total hip arthroplasty. *Hip Pelvis.* 2014; 26(3): 136-142. DOI: 10.5371/hp.2014.26.3.136
 26. Prokhorenko VM, Azizov MZ, Shakirov K. Concomitant diseases in patients with revision hip arthroplasty. *Acta Biomedica Scientifica.* 2017; 2(5): 136-140. Russian (Прохоренко В.М., Азизов М.Ж., Шакиров Х.Х. Сопутствующие заболевания у пациентов с ревизионным эндопротезированием тазобедренного сустава. *Acta Biomedica Scientifica.* 2017; 2(5): 136-140.)
 27. King KB, Findley TW, Williams AE, Bucknell AL. Veterans with diabetes receive arthroplasty more frequently and at a younger age. *Clin Orthop Rel Res.* 2013; 471: 3049-3054.
 28. Chrastil J, Anderson M.B., Stevens V., et al. Is hemoglobin A1c or peri-operative hyperglycemia predictive of periprosthetic joint infection or death following primary total joint arthroplasty? *J Arthroplasty.* 2015; 7(30): 1197-1202.
 29. Madhav A, Kurtis S. Does stress-induced hyperglycemia increase the risk of peri-operative infectious complications in orthopedic trauma patients? *J Orthop Trauma.* 2010; 24(12): 752-756.
 30. Fu AZ, Iglay K, Qiu Y, Engel S, Shankar R, Brodovicz K. Risk characterization for urinary tract infections in subjects with newly diagnosed type 2 diabetes. *J Diabetes Complications.* 2014; 28(6): 805-810. DOI: 10.1016/j.jdiacomp.2014.06.009
 31. Agos F, Shoda C, Bransford D. Part II: managing perioperative hyperglycemia in total hip and knee replacement surgeries. *Nurs Clin North Am.* 2014; 49(3): 299-308. DOI: 10.1016/j.cnur.2014.05.004
 32. Trubin AR. Assessment of the quality of life of patients with injuries and diseases of the hip joint who underwent total hip arthroplasty. *Creative Surgery and Oncology.* 2013; (3): 68-70. Russian (Трубин А.Р. Оценка качества жизни пациентов с травмами и заболеваниями тазобедренного сустава, перенесших тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава // Креативная хирургия и онкология. 2013. № 3. С. 68-70.) DOI: 10.24060/2076-3093-2013-03-68-70

Сведения об авторах:

Емельянов С.А., к.м.н., доцент кафедры госпитальной хирургии с курсом травматологии, ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»; ТОГБУЗ «Городская клиническая больница г. Котовска», Тамбов, Россия.

Чумаков Р.В., студент, ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина», Тамбов, Россия.

Адрес для переписки:

Емельянов Сергей Александрович, ул. Б. Васильева, д. 6, г. Тамбов, Россия, 392000

Тел: +7 (915) 884-23-63

E-mail: cep_a@mail.ru

Статья поступила в редакцию: 09.02.2023

Рецензирование пройдено: 17.02.2023

Подписано в печать: 01.03.2023

Information about authors:

Emelyanov S. A., candidate of medical sciences, docent of department of hospital surgery with course of traumatology, Derzhavin Tambov State University; Kotovsk City Clinical Hospital, Tambov, Russia.

Chumakov R. V., student, Derzhavin Tambov State University, Tambov, Russia.

Address for correspondence:

Emelyanov Sergey Alexandrovich, Vasilyeva St., 6, Tambov, Russia, 392000

Tel: +7 (915) 884-23-63

E-mail: cep_a@mail.ru

Received: 09.02.2023

Review completed: 17.02.2023

Passed for printing: 01.03.2023





В 2023 году Кузбасский клинический центр охраны здоровья шахтеров имени святой великомученицы Варвары отмечает 30-летие со дня создания.

Уважаемые коллеги!

Уважаемый Александр Хачатурович!

Примите самые теплые пожелания в связи с тридцатилетием Кузбасского клинического центра охраны здоровья шахтеров.

Юбилейная дата — это не только повод заглянуть в будущее, но и вспомнить историю. За прошедшие годы вами пройден впечатляющий путь успеха. Репутация центра создавалась трудом талантливых ученых и практиков. Ваграм Ваганович Агаджанян закладывал глубокие традиции врачебной этики и профессионализма. Сегодня его заслуги преумножены преемниками, и центр оказывает медицинскую помощь жителям Кузбасса на высоком уровне.

От всей души желаю новых возможностей во внедрении инновационных технологий на благо здоровья и долголетия пациентов. Пусть коллектив центра остается амбициозным и верным своему врачебному долгу. Побед на профессиональном пути!

*С уважением,
Директор ФГБУ «Новосибирский НИИТО
им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России
Корыткин А.А.*



Я не буду говорить о профессии шахтера, очень трудной и крайне опасной, но чрезвычайно необходимой для человеческого общества. Развитие человечества вообще невозможно себе представить без угля, добываемого шахтером. Просто невозможно, вот и все.

И если вспомнить лихие 90-е годы, когда цена жизни каждого из нас подвергалась огромным испытаниям, когда зарплату не выдавали по полугоду, то



это в большей мере касалось шахтеров, которые продолжали спускаться в шахту с высоким риском для жизни и с полупустым желудком. Не смотря на все это, нашлись люди, которые думали о шахтерском здоровье, которые понимали, что у шахтера должен быть надежный медицинский тыл, и не просто тыл, а высококвалифицированный тыл, оснащенный самым современным оборудованием. И эти люди нашли деньги и не потратили их на сиюминутно необходимые вещи, а построили великолепное здание клиники для шахтеров и их семей. Тогда я завидовал бело-белой завистью всем тем, кто мог проходить лечение в этой клинике, о которой можно было только мечтать в то время. Все могло быть не так, как это потом случилось. Клиника могла стать просто хорошо оснащенной больницей, если бы... Если бы ее не возглавил

научно-мыслящий медицинский мечтатель по имени В.В. Агаджанян. Блестящий хирург суставник-травматолог, к которому ездили лечиться в г. Прокопьевск со всего Союза, понимал, что такой клинике должны соответствовать люди в халатах, работающие в ней. Собрав молодых врачей, где-то таких мечтателей, как и он сам, он сделал все, чтобы они были не просто хорошими врачами, а врачами-учеными, не стоящими на месте, а все

время чтобы находились в поиске всего нового в медицине, того, что можно и нужно для лечения шахтеров, с особым вниманием к последствиям их травм. Это в конце концов реализовалось созданием уникального по своим научно-практическим задачам журнала "Политравма". Многие НИИ могут позавидовать центру, количеству докторов, кандидатов наук, работающих в нем. Все эти годы коллектив, возглавляемый В.В. Агаджаняном, не стоял на месте и находился в постоянном движении вперед и только вперед. Хотелось бы, чтобы новое руководство клиники центра ни на секунду не затормозило движение этой уникальнейшей клиники в стране, да я уверен, что не только в нашей стране.

Друзья! С замечательным юбилеем! Оставайтесь на долгие долгие годы лидерами в борьбе за здоровье шахтеров! Новых вам докторов и кандидатов наук и просто блестящих специалистов медиков! Чтобы к вам стремились попасть на лечение шахтеры со всей нашей страны и не только! Чтобы у вас всегда были возможности обновить большое и малое оборудование! Чтобы у вас было много здоровья, которого всегда бы хватало на улучшение здоровья нашего российского Шахтера!

*С искренним уважением ко всем вам,
академик РАН, бывший директор, а ныне
научный руководитель НИИ фундаментальной
и клинической иммунологии СО РАН, г. Новосибирск
В.А. Козлов*

Глубокоуважаемый Александр Хачатурович!

От имени Ташкентской медицинской академии сердечно поздравляю Вас и весь коллектив Кузбасского клинического центра охраны здоровья шахтеров имени святой великомученицы Варвары» с 30-летием со дня образования!

Первым директором центра заслуженным врачом Российской Федерации, академиком Российской академии естественных наук, д.м.н., профессором Ваграмом Вагановичем Агаджаняном осуществлялось становление и научное развитие учреждения. Успех Центра объясняется титаническими трудами этого трудолюбивого ученого, клинициста. За 30 лет Центр стал одним из лучших подразделений медицины катастроф на территории Российской Федерации. На Вашем пути трудности приводили только к большим успехам и более высокими медицинским стандартам.

Самым дорогим достоянием Центра является высокопрофессиональный коллектив, равнодушие, творческая мысль, сострадательные сердца и умелые, чуткие руки Врачей. Их целеустремленность и любовь к своей профессии спасли тысячи жизней.

В этот торжественный день желаю Вам и Вашему коллективу счастья, оптимизма, высокого профессионализма и, конечно же, крепкого здоровья!



*Ректор Ташкентской медицинской
академии
А. Шадманов*

Уважаемые коллеги! Дорогие юбиляры! Друзья!

Новокузнецкий государственный институт усовершенствования врачей – филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО России сердечно поздравляет сотрудников Кузбасского клинического центра охраны здоровья шахтеров имени святой великомученицы Варвары со знаменательной датой – 30-летием со дня образования.

В 1993 году на базе открывшегося крупного больничного комплекса, оснащенного современным оборудованием, был организован Центр охраны здоровья шахтеров. Такое решение было продиктовано необходимостью создания центрального учреждения для обеспечения высококвалифицированной специализированной медицинской помощью как работников угольной промышленности, так и всех жителей Кузбасса и других регионов России.

За сравнительно короткий для истории период 30 лет Центр прошел большой путь становления и развития. В настоящее время учреждение является крупнейшей в Российской Федерации медицинской организацией, которая по своей сути не только передовая площадка активного внедрения передовых медицинских технологий, где «творится наука», но и уникальная школа для специалистов с медицинским образованием, что подтверждает высокопрофессиональный коллектив, в составе которого трудятся доктора и кандидаты медицинских наук, академики, члены-корреспонденты РАЕН, заслуженные врачи РФ, отличники здравоохранения, множество талантливых специалистов.

Самым ярким свидетельством высокоэффективной и успешной работы, широкой известности и авторитета является тот факт, что к ленинск-кузнецким врачам Центра едут лечить не только жители со всей России, но и других стран ближнего зарубежья.

Уважаемый Ваграм Ваганович! Вы стояли у истоков создания Центра охраны здоровья шахтеров, были его бессменным руководителем. Трудно переоценить Вашу роль талантливого организатора, мудрого директора в развитии и совершенствовании всей многогранной деятельности Центра. Благодаря Вашему высокому профессионализму, редкому потенциалу энергии, умению предвидеть и находить решения в самых сложных ситуациях работа коллектива, руководимого Вами, всегда находилась на самом высоком уровне.

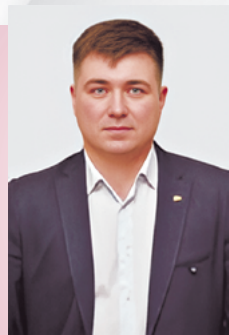
Дорогие юбиляры! Искренне желаем вам дальнейших творческих успехов в работе, сохранить и приумножить славные традиции коллектива. Здоровья и благополучия!

*Директор НГИУВ – филиала
С.Л. Кан*



Глубокоуважаемый Александр Хачатурович, в Вашем лице хочу выразить искренние поздравления с тридцатилетним юбилеем всему коллективу возглавляемого Вами государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Кузбасский клинический центр охраны здоровья шахтеров имени святой великомученицы Варвары» от коллектива кафедры общей хирургии Омского государственного медицинского университета.

На протяжении всех этих лет Центр охраны здоровья шахтеров неизменно демонстрирует не только высочайший уровень оказания экстренной и плановой, специализированной и высокотехнологичной медицинской помощи пациентам из самых разных регионов России, но и занимает одну из ведущих ролей в качестве методического и научного

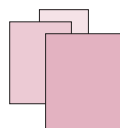


центра. Разработанные в стенах клиники инновационные научно-практические технологии, показавшие высокую клиническую эффективность, сегодня внедрены в клиническую практику многих ведущих медицинских учреждений страны. Вклад Центра в разработку и внедрение технологий оказания экстренной и специализированной медицинской помощи пострадавшим с политравмой трудно переоценить.

Хочу пожелать Центру дальнейшего укрепления кадрового, научного и технологического потенциала, развития и совершенствования в своей деятельности, а каждому сотруднику — оптимизма, профессионального роста и мирного неба.

*С уважением,
Заведующий кафедрой общей хирургии
ФГБОУ ВО ОмГМУ Минздрава России
к.м.н., доцент Черненко Сергей Владимирович*





РЕФЕРАТЫ ПУБЛИКАЦИЙ

Патофизиология у больных с политравмой

Источник: Pape HC, Moore EE, McKinley T, Sauaia A. Pathophysiology in patients with polytrauma. *Injury*. 2022; 53(7): 2400-2412. doi: 10.1016/j.injury.2022.04.009

Патофизиология после политравмы представляет собой сложную сеть взаимодействий. Хотя долгое время считалось, что прямые и косвенные эффекты гипоперфузии актуальны из-за изменений проницаемости эндотелия, было обнаружено, что врожденный иммунный ответ на травму также важен в изменении реакции органов.

Недавние многоцентровые исследования представили теорию «генетического шторма», согласно которой в момент повреждения активируются определенные изменения нейтрофилов. Однако феномен «вторичного удара» может быть вызван активацией определенных молекул при прямом повреждении органов или патогенами (молекулярные паттерны, ассоциированные с повреждением (DAMPs), молекулярные паттерны, ассоциированные с патогенами (PAMPs)). Взаимодействия между четырьмя патогенетическими циклами (шок, коагулопатия, потеря температуры и повреждения мягких тканей) и взаимосвязь между коагуляцией и воспалением также определены как важные модификаторы клинического состояния. Аналогичным образом чрезмерные операции и связанные с ними повреждения мягких тканей и кровопотеря могут вызвать вторичное ухудшение состояния пациента.

Таким образом, поэтапные операции при определенных показаниях представляют собой важную альтернативу, позволяющую проводить стратегию «безопасной радикальной операции» при серьезных переломах. В настоящем обзоре представлено детальное описание данных ситуаций.

Выявление биомаркеров и механизмов политравмы, осложненной сепсисом, с помощью метаболомики

Источник: Feng K, Dai W, Liu L, Li S, Gou Y, Chen Z, et al. Identification of biomarkers and the mechanisms of multiple trauma complicated with sepsis using metabolomics. *Front Public Health*. 2022 Aug 4; 10: 923170. doi: 10.3389/fpubh.2022.923170

Посттравматический сепсис увеличивает риск смертности пациентов отделения интенсивной терапии (ОИТ). В настоящее время трудности прогнозирования исходов у отдельных пациентов с сепсисом связаны со сложностью возбудителей и отсутствием специфического лечения.

Целью данного исследования было выявление метаболомных биомаркеров у пациентов с множественной травмой и у пациентов с множественной травмой, сопровождающейся сепсисом.

Таким образом, метаболомические профили здоровых лиц, обозначенных как контрольная группа (КГ), пациентов с множественной травмой (МТ) и пациентов с множественной травмой, осложненной сепсисом (МТС), (по 30 случаев в каждой группе) были проанализированы с помощью ультравысокоэффективной жидкостной хроматографии в сочетании с квадрупольной времяпролетной масс-спектрометрией (UHPLC-Q-TOF/MS) на основе нецелевого метаболизма плазмы с использованием собранных образцов плазмы. Дифференциальные метаболиты были дополнены метаболизмом аминокислот, метаболизмом липидов, гликометаболизмом и метаболизмом нуклеотидов. Было обнаружено, что девять потенциальных биомаркеров, а именно акриловая кислота, 5-амино-3-оксогексаноат, 3β-гидрокси-5-холеновая кислота, цитидин, полуальдегид янтарной кислоты, PE [P-18:1(9Z)/16:1(9Z)], сфинганин, урацил и уридин коррелируют с клиническими переменными. Наконец, три потенциальных биомаркера (полуальдегид янтарной кислоты, урацил и уридин) были подтверждены и могут применяться в клинической диагностике множественных травм, осложненных сепсисом.

Частота и прогноз повреждения миокарда у пострадавших с тяжелой травмой

Источник: Stroda A, Thelen S, M'Pembale R, Adelowo A, Jaekel C, Schiffner E, et al. Incidence and prognosis of myocardial injury in patients with severe trauma. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2022; 48(4): 3073-3079. doi: 10.1007/s00068-021-01846-2

Актуальность. Тяжелая травма может привести к поражению органов-мишеней различной степени тяжести, включая повреждение миокарда. Имеются обширные данные о том, что периоперационное повреждение мио-

карда связано с повышенной заболеваемостью и смертностью в условиях некардиальной хирургии. Влияние повреждения миокарда на исход тяжелой травмы еще недостаточно изучено. Поставлена гипотеза, что повреждение миокарда связано с повышенной госпитальной смертностью у пациентов с тяжелой травмой.

Материалы и методы. В данное ретроспективное когортное исследование были включены пациенты в возрасте ≥ 18 лет с тяжелой травмой (показатель шкалы тяжести травмы (ISS) ≥ 16 баллов), которые были госпитализированы в реанимационное отделение отделения неотложной помощи университетской больницы Дюссельдорфа, Германия, в период с 2016 по 2019 год. Основной конечной точкой была госпитальная смертность. Основным фактором воздействия было повреждение миокарда при поступлении (определяемое как высокочувствительный тропонин Т (hsTnT) > 14 нг/л). Статистический анализ проведен с помощью рабочей характеристической кривой и многомерной бинарной логистической регрессии.

Результаты. Из 368 пациентов 353 были включены в статистический анализ (72,5 % мужчин, возраст — 55 ± 21 год, ISS — 28 ± 12 лет). Общая госпитальная смертность составила 26,1 %. Поражение миокарда при поступлении выявлено у 149 (42,2 %) больных. Госпитальная смертность у пациентов с повреждением миокарда и без него на момент поступления составила 45 % против 12,3 % соответственно. Площадь под кривой (AUC) для hsTnT и смертности составила 0,76 [95% доверительный интервал (ДИ) 0,71-0,82]. Скорректированное отношение шансов повреждения миокарда к госпитальной смертности составило 2,27 [95% ДИ 1,16-4,45]; $p = 0,017$.

Выводы. Повреждение миокарда после тяжелой травмы является обычным явлением и независимо связано с госпитальной смертностью. Таким образом, hsTnT может служить новым прогностическим маркером в этой когорте.

Полиорганная недостаточность и смерть, вызванная инфекцией тазобедренного сустава *Staphylococcus aureus*: клинический случай

Источник: Cai D, Ma X, Zhou Y, Zhu Y, Yu H, Cheng W. Multiple organ failure and death caused by *Staphylococcus aureus* hip infection: A case report. *Open Life Sci.* 2022; 17(1): 1129-1134. doi: 10.1515/biol-2022-0481

Гнойный артрит характеризуется острым началом и в основном встречается у пожилых людей и детей. В последнее время распространенность гнойного артрита и его тяжелых осложнений увеличилась. При этом физический осмотр ограничен глубоким расположением тазобедренного сустава и окружающих его гипертрофированных мышечных тканей. Кроме того, они могут вызывать вариабельные и атипичные симптомы гнойного артрита тазобедренного сустава, что может привести к задержке диагностики и лечения. Данное нетипичное проявление встречается редко и вызывает задержку диагностики и лечения, что ухудшает результаты лечения.

В статье описывается случай лечения мужчины (возраст — 58 лет) с септициемией после инфекции *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) и полиорганной недостаточностью по причине гнойного артрита тазобедренного сустава слева. Ранние симптомы были крайне нетипичными, учитывая, что пациент жаловался только на боль в бедре. Кроме того, в анамнезе отсутствовали очевидные травмы или воспалительные проявления, такие как лихорадка или локальный отек, а результаты лабораторных исследований и результаты визуализации были нетипичными. Однако заболевание быстро прогрессировало, перерастая в системный сепсис в течение короткого промежутка времени с последующей полиорганной недостаточностью и смертью.

Ранняя диагностика и эффективное лечение артрита тазобедренного сустава, вызванного *S. aureus*, необходимы для предотвращения неблагоприятных исходов.

Стратегия лечения травматического среднепоясничного спондилоптоза с сочетанными множественными повреждениями: клинический случай и обзор литературы

Источник: Cheng L, Qiu C, Liu XY, Sang XG. Treatment strategy on traumatic mid-lumbar spondyloptosis with concomitant multiple injuries: a case report and literature review. *Chin J Traumatol.* 2022 Jun 28; S1008-1275(22)00066-9. doi: 10.1016/j.cjtee.2022.06.006

Спондилоптоз представляет собой редкое клиническое явление. В статье представлен случай лечения 47-летней женщины, пострадавшей от компрессионной травмы от тяжелого цилиндрического предмета с боковой стороны. У пациентки был диагностирован травматический спондилоптоз L3 с множественными травмами. Проведены этапные хирургические вмешательства. Назначено трехлетнее наблюдение. В конце концов нормальное положение позвоночника было восстановлено, и неврологический дефицит постепенно уменьшился. Через три года наблюдения показатели двигательной силы и функции сфинктеров восстановились не полностью.

Были проанализированы ранее опубликованные отчеты о травматическом спондилоптозе поясничного отдела позвоночника и предложено несколько критических моментов для лечения данного типа травмы позвоночника. Во-первых, груднопоясничное и пояснично-крестцовое сочленения были основными областями предрасполо-

женности. Во-вторых, многие пациенты с травматическим спондилоптозом поясничного отдела позвоночника соответствуют степени А согласно Американской ассоциации травм позвоночника. В-третьих, поясничный спондилоптоз обычно сочетался с синдромом конского хвоста. Наконец, прогнозируемые исходы были по-прежнему неблагоприятными, а выздоровление пациентов коррелировало с тяжестью спондилоптоза.

На основании данного клинического случая и обзора литературы авторы подчеркивают важность восстановления позвоночника в поэтапных операциях с последующей реабилитацией после множественной травмы. Кроме того, авторы предложили выполнять стандартную КТ-ангиографию при поясничном спондилоптозе для оценки компрессии или повреждений крупных сосудов.

Сроки и порядок операций при травме грудной клетки с множественными повреждениями: клинический случай

Источник: *Yahagi R, Igarashi Y, Inoue T, Miyake N, Kim S, Yokobori S. Timing and order of surgeries for thoracic trauma with multiple injuries: A case report. Trauma Case Rep. 2022 Feb 21; 38: 100625. doi: 10.1016/j.tcr.2022.100625*

Сроки и порядок повторных операций у пациентов с множественными повреждениями грудной клетки не стандартизированы.

75-летний мужчина, получивший травму из-за закрывающейся двери лифта, перенес интубацию, двустороннюю установку дренажа грудной клетки и массивное переливание крови из-за шока и дыхательной недостаточности. Компьютерная томография показала гемопневмоторакс с экстравазацией, трахеобронхиальное повреждение, повреждение аорты, передний вывих грудного позвонка и множественные переломы ребер. Он был госпитализирован. Эмболизация проведена в день поступления. Затем была проведена вено-венозная экстракорпоральная мембранная оксигенация (ВВ-ЭКМО) для лечения тяжелой дыхательной недостаточности. Наиболее важным аспектом было лечение трахеобронхиального повреждения, поскольку отлучение пациента от ВВ-ЭКМО зависело от успеха восстановления. Таким образом, трахеобронхиальную операцию выполняли на 7-10-е сутки после травмы. На третьи сутки произведено удаление правосторонней внутригрудной гематомы, на пятые — эндоваскулярная пластика грудной аорты. Трахеобронхиальное восстановление было выполнено на девятые сутки с последующим задним грудным спондилодезом на 18-е сутки. Отмена ВВ-ЭКМО и ИВЛ была успешно выполнена на 24-е и 46-е сутки соответственно.

Ранняя хирургия не всегда идеальна при лечении торакальной травмы, затрагивающей несколько анатомических областей. Скорее, лечение должно быть индивидуальным, с соответствующим временным распределением основных хирургических процедур.

Сравнение пяти инструментов сортировки для определения риска смерти и тяжести травм у пациентов с множественной травмой, поступивших в отделение неотложной помощи в дневное и ночное время: ретроспективное исследование

Источник: *Ying Y, Huang B, Zhu Y, Jiang X, Dong J, Ding Y, et al. Comparison of five triage tools for identifying mortality risk and injury severity of multiple trauma patients admitted to the emergency department in the daytime and nighttime: a retrospective study. Appl Bionics Biomech. 2022 Feb 25; 2022: 9368920. doi: 10.1155/2022/9368920*

Эффективные инструменты сортировки необходимы врачам для быстрого принятия решения о лечении пациентов с множественной травмой в отделениях неотложной помощи.

Модифицированная шкала раннего предупреждения (Modified Early Warning Score (MEWS)), национальная шкала раннего предупреждения (National Early Warning Score (NEWS)), стандартизированная шкала раннего предупреждения (standardized early warning score (SEWS)), модифицированная шкала быстрой неотложной медицинской помощи (Modified Rapid Emergency Medicine Score (mREMS)) и пересмотренная шкала травмы (Revised Trauma Score (RTS)) представляют пять стандартных инструментов сортировки в лечении травмы. Тем не менее, лишь в нескольких исследованиях сравнили данные шкалы в когорте пациентов с множественной травмой, а также изучили влияние госпитализации в ночное время на эффективность применения данных шкал.

Это ретроспективное исследование было направлено на оценку и сравнение эффективности MEWS, NEWS, SEWS, mREMS и RTS в определении риска смерти и тяжести травм у пациентов с множественной травмой, поступивших в отделение неотложной помощи в дневное и ночное время. Ретроспективные данные были получены из медицинских карт пациентов с множественными травмами, поступивших в дневное или ночное время, для расчета баллов по каждому инструменту сортировки. Для каждого инструмента сортировки был проведен логистический регрессионный анализ для выявления внутрибольничной смертности и тяжелой травмы (шкала ISS > 15 баллов) в дневное и ночное время. Производительность шкал оценивалась и сравнивалась путем

расчета площади под рабочей характеристической кривой (AUROC) ретроспективной логистической модели каждого инструмента. Данные включали 1818 случаев госпитализации, включая 1070 случаев госпитализации в дневное время и 748 — в ночное время. Сравнение эффективности определения госпитальной смертности в дневное и ночное время показало следующие результаты: MEWS (0,95 против 0,93, $p = 0,384$), NEWS (0,95 против 0,94, $p = 0,708$), SEWS (0,95 против 0,94, $p = 0,683$), mREMS (0,94 против 0,92, $p = 0,286$), RTS (0,93 против 0,93, $p = 0,87$). Сравнение эффективности определения тяжести травмы в дневное и ночное время: MEWS (0,78 против 0,78, $p = 0,95$), NEWS (0,8 против 0,8, $p = 0,885$), SEWS (0,78 против 0,78, $p = 0,818$), mREMS (0,75 против 0,69, $p = 0,019$), RTS (0,75 против 0,74, $p = 0,619$). Все пять шкал являются отличными инструментами сортировки ($AUROC \geq 0,9$) для определения внутрибольничной смертности при поступлении как в дневное, так и в ночное время. Однако они обладают лишь умеренной эффективностью ($AUROC < 0,9$) выявления тяжелой травмы.

Шкала NEWS представляет наилучший метод сортировки в дневное и ночное время. Шкалы MEWS, NEWS, SEWS и RTS не показали значительных различий в определении госпитальной смертности или тяжелой травмы в дневное и ночное время. Однако шкала mREMS показала лучшие результаты в диагностике тяжелой травмы в дневное время.

Влияние догоспитального введения транексамовой кислоты на исход у пациентов с политравмой и тяжелой черепно-мозговой травмой

Источник: *van Wessem KJP, Jochems D, Leenen LPH. The effect of prehospital tranexamic acid on outcome in polytrauma patients with associated severe brain injury. Eur J Trauma Emerg Surg. 2022; 48(3): 1589-1599. doi: 10.1007/s00068-021-01827-5*

Актуальность. Транексамовая кислота (ТА) показала эффективность у некоторых пациентов с геморрагическим шоком. В последнее время ТА показала интересные результаты у больных с изолированной черепно-мозговой травмой (ЧМТ). Имеются ограниченные данные о применении ТА при политравме с сопутствующей ЧМТ.

Методы. Проведено проспективное когортное исследование (период — 7,5 лет) для изучения связи между догоспитальной ТА и смертностью у пациентов с последовательной травмой и сопутствующей тяжелой ЧМТ (шкала AIS для травмы головы ≥ 3 баллов), поступивших в отделение интенсивной терапии травматологического центра уровня 1. Показанием для догоспитального введения ТА был геморрагический шок (включая подозрительные случаи) и/или систолическое артериальное давление (САД) ≤ 90 мм рт. ст. Проспективно собраны демографические показатели, данные о физиологии, реанимации и исходах.

Результаты. Были включены 234 пациента (67 % мужчин, средний возраст — 49 лет, ISS = 33 балла, 98 % — тупые травмы). У 13 пациентов (6 %) развились тромбоэмболические осложнения; смертность составила 24 %. 51 % пациентов получали ТА на догоспитальном этапе. Пациенты, получавшие ТА, были моложе. У них чаще наблюдались плохие физиологические показатели при поступлении. Также они получали больше кристаллоидов и продуктов крови в течение суток. Однако не было никакой разницы в общих исходах между пациентами, которые получали и не получали ТА.

Выводы. Несмотря на худшие физиологические показатели, пациенты, получавшие ТА, демонстрировали такие же исходы, что и пациенты, не получавшие ТА, которые были намного старше. Частота тромбоэмболических осложнений была низкой. Догоспитальное введение транексамовой кислоты не оказывает заметного влияния на исходы у пациентов с политравмой и сопутствующей тяжелой черепно-мозговой травмой.

Травматическая диссекция коронарной артерии, ошибочно диагностированная как стресс-индуцированная кардиомиопатия, у пациента с множественной травмой

Источник: *Son SA, Lee SC, Lee E, Lee JH. Traumatic coronary artery dissection misdiagnosed as stress-induced cardiomyopathy in a patient with multiple trauma. Trauma Case Rep. 2022 Oct 4; 42: 100698. doi: 10.1016/j.tcr.2022.100698*

Травматическая диссекция коронарной артерии в результате тупой травмы — относительно редкое и опасное для жизни явление.

В статье описывается случай лечения мужчины (возраст — 42 года) с нарушением электрокардиограммы и повышением активности сердечных ферментов после падения с высоты 3 м. Больному был ошибочно поставлен диагноз стресс-индуцированной кардиомиопатии из-за отсутствия клинических признаков острого коронарного синдрома. Впоследствии с помощью коронарной ангиографии у пациента был диагностирован травматическая диссекция коронарной артерии, а значимость травмы была подтверждена с помощью внутрисосудистого ультразвукового исследования (ВСУЗИ). Бригада травматологов должна учитывать возможность травматического расслоения коронарной артерии, несмотря на то, что диагностика данного состояния связана с определенными

трудностями. Кроме того, подчеркивается важность коронарной ангиографии с методами ВСУЗИ для оценки травматического расслоения коронарной артерии.

Достижение гемостаза после введения вено-венозной экстракорпоральной мембранной оксигенации при тяжелой множественной травме: анализ примеров

Источник: Michishita T, Nakajima K, Doi T, Mori K, Takeuchi I. Hemostatic achievement after introduction of venovenous extracorporeal membrane oxygenation for severe multiple trauma: a case study. *Cureus*. 2022; 14(6): e25560. doi:10.7759/cureus.25560

Веновенозная экстракорпоральная мембранная оксигенация (ВВ-ЭКМО) показана пациентам с тяжелой дыхательной недостаточностью при невозможности ИВЛ.

В исследовании описывается случай тяжелой травмы грудной клетки (ISS = 66 баллов), при которой гемостаз был достигнут после ВВ-ЭКМО. Пострадавший (возраст 29 лет) получил травму в результате падения с высоты 4 м. Падение привело к значительному травматическому кровоизлиянию в головном мозге, двустороннему ушибу легких, гемотораксу, перелому таза и перелому конечности. Во время транскатетерной артериальной эмболизации продолжалось кровотечение из левого легкого на фоне прогрессирующей гипоксемии. Кроме того, пациент не мог поддерживать дыхательный объем и испытывал гиперкапнию, в связи с чем была проведена ВВ-ЭКМО с последующей торакотомией для остановки кровотечения. На 3-й день госпитализации ВВ-ЭКМО была отменена. На 35-й день пациент был переведен в реабилитационный стационар.

ВВ-ЭКМО может служить «мостом» до момента завершения гемостатических маневров при тяжелой травме грудной клетки и может способствовать обеспечению адекватного дыхания.

Эпидемиология и предикторы травматического повреждения позвоночника у пациентов с тяжелыми травмами: значение для неотложных процедур

Источник: Häske D, Lefering R, Stock JP, Kreinest M. Epidemiology and predictors of traumatic spine injury in severely injured patients: implications for emergency procedures. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2022; 48(3): 1975-1983. doi: 10.1007/s00068-020-01515-w

Цель — оценить распространенность и предикторы повреждений позвоночника, которые подходят для иммобилизации.

Методы. В ретроспективное когортное исследование на базе многоцентровой базы данных TraumaRegister DGU® были включены пациенты с травмами позвоночника в возрасте ≥ 16 лет, с показателем шкалы AIS ≥ 3 баллов в период с 2009 по 2016 год.

Результаты. Всего включено 145 833 пациента в возрасте $52,7 \pm 21,1$ года. Показатель смертности в больнице составил 13,9 %. Средний показатель тяжести травмы (ISS) составил $21,8 \pm 11,8$. У 70 % пациентов не было травм позвоночника. Показатель шкалы AIS составил 2-3 балла у 25,9 % и 4-6 баллов — у 4,1 %. Среди пациентов с изолированной ЧМТ повреждения позвоночника диагностированы в 26,8 % случаев (AIS = 4-6 баллов). У пациентов с множественной травмой и ЧМТ повреждения позвоночника выявлены в 44,7 % случаев (AIS = 4-6 баллов). Регрессионный анализ прогнозировал серьезную травму позвоночника (AIS = 3-6) с распространенностью 10,6 % и травму шейного отдела позвоночника (AIS = 3-6) с распространенностью 5,1 %. Тупая травма была предиктором серьезной травмы позвоночника и травмы шейного отдела позвоночника (OR = 4,066, OR = 3,64 соответственно; $p < 0,001$). Падение с высоты > 3 метров ассоциировалось с серьезной травмой позвоночника (OR = 2,243; $p < 0,001$), но не с травмой шейного отдела позвоночника (OR = 1,87, OR = 2,342 соответственно; $p < 0,001$). Сниженная или отсутствующая двигательная реакция также была прогностическим фактором серьезной травмы позвоночника (OR = 3,171) и травмы шейного отдела позвоночника (OR = 7,462; $p < 0,001$). Травма шейного отдела позвоночника чаще встречалась у пациентов в возрасте старше 65 лет.

Современное лечение травматического пневмоторакса средней и тяжелой степени: опрос врачей скорой помощи

Источник: Avery P, Watkins M, Bengner J, Carlton E. Current management of moderate to severe traumatic pneumothoraces: a survey of emergency clinicians. *Emerg Med J*. 2022; 39(4): 313-316. doi: 10.1136/emermed-2020-210647

Актуальность. Травматический пневмоторакс присутствует у одной пятой пострадавших с множественной травмой. В большинстве случаев традиционное лечение предписывает установку дренажа грудной клетки. Однако последние данные наблюдений свидетельствуют о тенденции к консервативному лечению.

Цель этого исследования состояла в изучении текущей практики неотложной медицины по установке плевральных дренажей для лечения травматического пневмоторакса средней и тяжелой степени.

Методы. Опрос был разработан на основе консенсуса экспертов и отправлен в электронном виде врачам неотложной помощи в 21 учреждение по всему миру. Было представлено шесть клинических/визуализационных сценариев с вопросом: «Какова вероятность того, что вы установите межреберный грудной дренаж для контроля пневмоторакса в отделении неотложной помощи?» Ответ соответствовал пятибалльной шкале от «очень маловероятно» до «очень вероятно». Во всех случаях пневмоторакс был больше 1 см, но механизмы, физиология и потребность в ИВЛ отличались.

Результаты. От потенциальных 606 респондентов было получено 222 ответа (доля ответивших при обследовании — 37 %). Респонденты были из пяти разных стран, причем большинство из них имели стаж работы более 10 лет (медиана; 18 лет). В рамках каждого сценария были большие различия в ответах, за исключением напряженного пневмоторакса. Для сценариев без напряженного пневмоторакса разброс составлял от 52 % (неосложненный пневмоторакс размером 1 см у больного на ИВЛ) до 89 % (открытый пневмоторакс с минимальными клиническими нарушениями) у респондентов, сообщающих, что они вероятно или с высокой долей вероятности проведут установку дренажа.

Выводы. Существуют значительные различия в клинической практике, включающие как консервативные, так и инвазивные стратегии лечения травматического пневмоторакса средней и тяжелой степени. Это предполагает клиническое равновесие для интервенционных исследований в определении оптимальной стратегии ведения для этой группы пациентов.



БИБЛИОГРАФИЯ ПО ПРОБЛЕМАМ ПОЛИТРАВМЫ

Публикации

Авсейцева Т.Ю., Иволгин А.Ф., Мануковской В.А. Возможности ранней диагностики позвоночно-спинномозговой травмы //Декабрьские научные чтения, посвященные академиком А.В. Вишневскому и А.А. Вишневскому: материалы научно-практической конференции, Красногорск, 16 декабря 2022 года. Красногорск: Национальный медицинский исследовательский центр высоких медицинских технологий им. А.А. Вишневского Минобороны России, 2022. С. 52-54.

Агаджанян В.В., Агаларян А.Х. Организация медицинской помощи при политравме. Проект клинических рекомендаций /В.В. Агаджанян, А.Х. Агаларян //Вестник Российской академии естественных наук. Западно-Сибирское отделение. 2021. № 24. С. 146-148.

Агаджанян В.В., Агаларян А.Х. Факторы, оказывающие влияние на летальность пациентов с политравмой //Вестник Российской академии естественных наук. Западно-Сибирское отделение. 2021. № 24. С. 148-150.

Агаджанян В.В., Устьянцева И.М., Агаларян А.Х. Что изменилось в клинической диагностике сепсиса: комментарии к новым международным рекомендациям SSC 2021 по лечению сепсиса и септического шока //Вестник Российской академии естественных наук. Западно-Сибирское отделение. 2021. № 24. С. 122-146.

Александров В.В., Бурова Н.А., Маскин С.С., Матюхин В.В., Рашид А., Сигаев С.М. Лечебно-диагностический алгоритм при сочетанной закрытой травме живота у беременных со стабильной гемодинамикой //Современный взгляд на проблему травмы в неотложной медицине: материалы научно-практической конференции /НПО ВНМ; НИИ СП им. Н.В. Склифосовского ДЗМ. Москва, 2022. С. 90-92.

Баканова Ю.М., Веселова В.В., Ильина А.А. Особенности оказания медицинской помощи при сочетанных травмах в чрезвычайных ситуациях // Forcipe. 2022. Т. 5, № S3. С. 472.

Гопаченко А.П., Омельницкий В.В., Солдатов К.К., Юрьев Я.В., Калинин А.Г., Синицин М.С. Контролируемая инвазивная терморегуляция у пациентов с тяжелой сочетанной черепно-мозговой травмой //Декабрьские научные чтения, посвященные академиком А.В. Вишневскому и А.А. Вишневскому: материалы научно-практической конференции, Красногорск, 16 декабря 2022 года. Красногорск: Национальный медицинский исследовательский центр высоких медицинских технологий им. А.А. Вишневского Минобороны России, 2022. С. 60-62.

Карасева О.В. Тяжелая травма в структуре детского травматизма //Детская хирургия. 2022. Т. 26, № 5. С. 267-275. DOI 10.55308/1560-9510-2022-26-5-267-275

Кукса Д.Н., Солод Э.И., Абдулхабирова М.А., Загородний Н.В., Лазарев А.Ф. Значение использования шкал оценки тяжести состояния при лечении пациентов с политравмой //Практическая медицина. 2022. Т. 20, № 4. С. 51-55.

Кустанов А.В., Кустанов В.И. Комплексная реабилитация пациентов с переломами таза при политравме //Медицинская реабилитация: научные исследования и клиническая практика: сборник тезисов Первого международного конгресса. Санкт-Петербург, 2022. С. 208-209.

Мануковский В.А., Меараго Ш.Л., Кобышев С.В., Шматко А.Д., Гайдук С.С. Медицинская сортировка - важнейший организационный элемент современной системы лечебно-эвакуационных мероприятий в чрезвычайных ситуациях /ГБУ «СПб НИИ скорой помощи им. И.И. Джанелидзе»; ФГБОУ ВО «СЗГМУ им. И.И. Мечникова». Санкт-Петербург: ООО «Максима», 2022. 104 с.

Махов М.Х., Черкесова З.М. Сравнительная динамика изменения концентрации плазменного цистатина С и креатинина, СКФ в ходе лечения пациентов с сочетанной травмой //Актуальные вопросы медицины: материалы 52-й научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной 90-летию КБГУ. Нальчик, 2022. С. 109-113.

Мухитдинова Х.Н. Изменение циркадного ритма общего периферического сосудистого сопротивления в остром периоде тяжелой сочетанной черепно-мозговой травмы у детей до 3 лет //Наука и инновации – современные концепции: сборник научных статей по итогам работы Международного научного форума /отв. редактор Д.Р. Хисматуллин. Москва, 2022. С. 76-83.

Новикова Т.А., Амчелавский В.Г. Эфферентная терапия у детей с политравмой //Современный взгляд на проблему травмы в неотложной медицине, Москва, 24 июня 2022 года /НПО ВНМ; НИИ СП им. Н.В. Склифосовского ДЗМ. Москва: М.: НПО ВНМ; НИИ СП им. Н.В. Склифосовского ДЗМ, 2022. С. 59-60.

Патент № 2782135 С1 Российская Федерация, МПК G01N 33/49. Способ диагностики травматической дисфункции эндотелия при сочетанной шокогенной травме: № 2021136660: заявл. 10.12.2021: опубл. 21.10.2022 /О.Л. Дегтярев, К.А. Демин, М.А. Лебедев.

Патент № 2784945 С1 Российская Федерация, МПК A61B 17/56, A61B 17/58. Способ хирургического лечения повреждений заднего полукольца таза с вертикальным смещением с использованием позвоночно-тазовой фиксации: № 2021137121: заявл. 15.12.2021: опубл. 01.12.2022 /А.А. Кулешов, А.Ф. Лазарев, М.С. Ветрилэ [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Н.Н. Приорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Платов С.Е., Румянцев А.М. Закрытая травма сердца //Декабрьские научные чтения, посвященные академиком А.В. Вишневскому и А.А. Вишневскому: материалы научно-практической конференции, Красногорск, 16 декабря 2022 года. Красногорск: Национальный медицинский исследовательский центр высоких медицинских технологий им. А.А. Вишневского Минобороны России, 2022. С. 30-31.

Плотников И.А., Бондаренко А.В., Пелеганчук В.А. Инфекционные осложнения при переломах нижних конечностей и таза у пациентов с политравмой //VI Съезд травматологов-ортопедов Сибирского федерального округа, Барнаул, 26-27 мая 2022 года. Барнаул: ФЦТОЭ, 2022. С. 77-78.

Полушин Ю.С. Взрывные поражения (лекция) //Вестник анестезиологии и реаниматологии. 2022. Т. 19, № 6. С. 6-18. DOI: 10.21292/2078-5658-2022-19-6-6-17

Проказюк А.А., Жанаспаев М.А., Аубакирова С.К., Мусабеков А.С., Тлемисов А.С. Политравма: определение состояния и тактики ведения больных (обзор) //Общая реаниматология. 2022. Т. 18, № 5. С. 78-88. DOI: 10.15360/1813-9779-2022-5-78-88

Стяжкина С.Н., Пелина Н.А., Байрамкулов М.Д. Актуальные вопросы диагностики и лечения торакоабдоминальных травм. Москва: Блок-Принт, 2022. 136 с.

Braaten JA, Banovetz MT, DePhillipo NN, Familiari F, Russo R, Kennedy NI, et al. Biomarkers for osteoarthritis diseases = Биомаркеры остеоартрита. *Life (Basel)*. 2022; 12(11): 1799. doi: 10.3390/life12111799

Charbonneau R, Loyola-Sanchez A, McIntosh K, MacKean G, Ho C. Exoskeleton use in acute rehabilitation post spinal cord injury: a qualitative study exploring patients' experiences = Использование экзоскелета в неотложной реабилитации после травмы спинного мозга: качественное исследование опыта пациентов. *J Spinal Cord Med*. 2022; 45(6): 848-856. doi: 10.1080/10790268.2021.1983314

Costa G, Fransvea P, Puccioni C, Giovinnazzo F, Carannante F, Bianco G, et al. Gastro-intestinal emergency surgery: evaluation of morbidity and mortality. Protocol of a prospective, multicenter study in Italy for evaluating the burden of abdominal emergency surgery in different age groups. (The GESEMM study) = Неотложная хирургия желудочно-кишечного тракта: оценка заболеваемости и смертности. Протокол проспективного многоцентрового исследования в Италии по оценке влияния неотложной абдоминальной хирургии в разных возрастных группах. *Front Surg*. 2022 Sep 16; 9: 927044. doi: 10.3389/fsurg.2022.927044

Crawford Z, Elson NC, Kanhere A, Thomson C, Sabbagh R, Nasser R, et al. Management and scheduling of spine surgery in a level 1 Trauma Center in the setting of the COVID-19 pandemic: feasibility and considerations for reimplementation of elective spine surgery = Управление и планирование операций на позвоночнике в травматологическом центре уровня 1 в условиях пандемии COVID-19: осуществимость и соображения для повторного выполнения плановой хирургии позвоночника. *Geriatr Orthop Surg Rehabil*. 2022; 13: 21514593221126020. doi: 10.1177/21514593221126020

Cuthbert R, Walters S, Ferguson D, Karam E, Ward J, Arshad H, et al. Epidemiology of pelvic and acetabular fractures across 12-mo at a level-1 trauma centre = Эпидемиология переломов таза и вертлужной впадины за 12 месяцев в травматологическом центре уровня 1. *World J Orthop*. 2022; 13(8): 744-752. doi: 10.5312/wjo.v13.i8.744

Ditsch A, Hunold L, Hefe F, Greve F, Mair O, Biberthaler P, et al. Traumatic brain injury induces a differential immune response in polytrauma patients; Prospective analysis of CD69 expression on T cells and platelet expansion = Черепно-мозговая травма вызывает дифференциальный иммунный ответ у пациентов с политравмой; проспективный анализ экспрессии CD69 на Т-клетках и экспансии тромбоцитов. *J Clin Med*. 2022; 11(18): 5315. doi: 10.3390/jcm11185315

Dobson GP, Morris JL, Letson HL. Immune dysfunction following severe trauma: A systems failure from the central nervous system to mitochondria = Иммунная дисфункция после тяжелой травмы: отказ систем от центральной нервной системы до митохондрий. *Front Med (Lausanne)*. 2022; 9: 968453. doi: 10.3389/fmed.2022.968453

Han SJ, Zhou ZW, Yang C, Wei KP, Ma JZ, Chu ZF, et al. Hemorrhagic, hypovolemic shock resuscitated with Ringer's solution using bicarbonate versus lactate: a CONSORT-randomized controlled study comparing patient outcomes and blood inflammatory factors = Геморрагический гиповолемический шок и реанимация с помощью раствора Рингера с использованием бикарбоната по сравнению с лактатом: рандомизированное контролируемое исследование CONSORT, сравнивающее исходы пациентов и факторы воспаления крови. *Medicine (Baltimore)*. 2022; 101(46): e31671. doi: 10.1097/MD.00000000000031671

Huang Z, Huang Y, Chen J, Tang Z, Chen Y, Liu H, et al. The role and therapeutic potential of gut microbiome in severe burn = Роль и терапевтический потенциал микробиома кишечника при тяжелых ожогах. *Front Cell Infect Microbiol*. 2022 Nov 17; 12: 974259. doi: 10.3389/fcimb.2022.974259

Jarman H, Crouch R, Halter M, Peck G, Cole E. Provision of acute care pathways for older major trauma patients in the UK = Предоставление неотложной помощи пожилым пациентам с тяжелыми травмами в Великобритании. *BMC Geriatr*. 2022; 22(1): 915. doi: 10.1186/s12877-022-03615-1

Mühlenfeld N, Thoenissen P, Verboket R, Sader R, Marzi I, Ghanaati S. Combined trauma in craniomaxillofacial and orthopedic-traumatological patients: the need for proper interdisciplinary care in trauma units = Сочетанная травма у больных с черепно-челюстно-лицевыми и ортопедическими повреждениями: необходимость полноценной междисциплинарной помощи в травматологических отделениях. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2022; 48(4): 2521-2528. doi: 10.1007/s00068-020-01479-x

O'Driscoll CS, Hughes AJ, Davey MS, Queally JM, O'Daly BJ. Total hip arthroplasty in patients with neurological conditions: a systematic review = Тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава у пациентов с неврологическими заболеваниями: систематический обзор. *Arthroplast Today*. 2022; 19: 101068. doi: 10.1016/j.artd.2022.11.001

Prado L, Stopenski S, Grigorian A, Schubl S, Barrios C, Kuza C, et al. Predicting unplanned intensive care unit admission for trauma patients: the CRASH Score = Прогнозирование незапланированной госпитализации пациентов с травмами в отделение интенсивной терапии: шкала CRASH. *J Surg Res*. 2022 Nov; 279: 505-510. doi:10.1016/j.jss.2022.06.039

Rüther J, Boban L, Paus C, Loose K, Willauschus M, Bail HJ, et al. Risk and influence factors of fall in immobilization period after arthroscopic interventions = Факторы риска и влияния падения в иммобилизационном периоде после артроскопических вмешательств. *J Pers Med*. 2022; 12(11): 1912. doi: 10.3390/jpm12111912

Schultz C, Yang E, Mantuani D, Miraflor E, Victorino G, Nagdev A. Single injection, ultrasound-guided planar nerve blocks: an essential skill for any clinician caring for patients with rib fractures = Однократная блокада планарных нервов под ультразвуковым контролем: важный навык для любого врача, осуществляющего уход за пациентами с переломами ребер. *Trauma Case Rep*. 2022 Aug 1; 41: 100680. doi: 10.1016/j.tcr.2022.100680

Son SA, Lee SC, Lee E, Lee JH. Traumatic coronary artery dissection misdiagnosed as stress-induced cardiomyopathy in a patient with multiple trauma = Травматическая диссекция коронарной артерии, ошибочно диагностированная как стресс-индуцированная кардиомиопатия у пациента с множественной травмой. *Trauma Case Rep*. 2022 Oct 4; 42: 100698. doi: 10.1016/j.tcr.2022.100698

van Wessel KJP, Niemeyer MJS, Leenen LPH. Polytrauma patients with severe cervical spine injuries are different than with severe TBI despite similar AIS scores = Пациенты с политравмой и тяжелыми повреждениями шейного отдела позвоночника отличаются от пациентов с тяжелой ЧМТ, несмотря на сходные баллы по шкале AIS. *Sci Rep*. 2022; 12(1): 21538. doi: 10.1038/s41598-022-25809-8

Wada T, Shiraishi A, Gando S, Kabata D, Yamakawa K, Fujishima S, et al. Association of antithrombin with development of trauma-induced disseminated intravascular coagulation and outcomes = Связь антитромбина с развитием диссеминированного внутрисосудистого свертывания при травме и исходами. *Front Immunol.* 2022; 13: 1026163. doi: 10.3389/fimmu.2022.1026163

Wang P, Song C, Lu Y. Isolated superior mesenteric artery rupture caused by abdominal trauma = Изолированный разрыв верхней брыжеечной артерии вследствие абдоминальной травмы. *J Zhejiang Univ Sci B.* 2022; 23(12): 1065-1068. doi:10.1631/jzus.B2200288





ГБУЗ "КУЗБАССКИЙ КЛИНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР
ОХРАНЫ ЗДОРОВЬЯ ШАХТЕРОВ ИМЕНИ
СВЯТОЙ ВЕЛИКОМУЧЕНИЦЫ ВАРВАРЫ"

XXIII ВСЕРОССИЙСКАЯ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ,
ПОСВЯЩЕННАЯ 30-ЛЕТИЮ
ЦЕНТРА ОХРАНЫ ЗДОРОВЬЯ ШАХТЕРОВ



«МНОГОПРОФИЛЬНАЯ БОЛЬНИЦА: ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ»

19-20 МАЯ 2023 Г.
Г. ЛЕНИНСК-КУЗНЕЦКИЙ,
ГБУЗ ККЦОЗШ

ОРГАНИЗАТОРЫ КОНФЕРЕНЦИИ:

- Министерство здравоохранения Российской Федерации
- Сибирское отделение Российской академии наук
- Российская академия естественных наук
- Министерство здравоохранения Кузбасса
- ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный медицинский университет» МЗ РФ
- ФГБУ «Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна» МЗ РФ
- ФГБ ВОУ ВО Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова
- НГИУВ - филиал ФГБОУ ДПО «РМАНПО» МЗ РФ
- ГБУЗ «Кузбасский клинический центр охраны здоровья шахтеров имени святой великомученицы Варвары»

ОСНОВНЫЕ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ НАПРАВЛЕНИЯ КОНФЕРЕНЦИИ:

- Организация здравоохранения и управления в деятельности ЛПУ
- Неотложная медицинская помощь
- Травматология и ортопедия
- Нейрохирургия
- Анестезиология и интенсивная помощь
- Хирургия
- Клинические аспекты терапии и педиатрии
- Достижения в лучевой, лабораторной и функциональной диагностике
- Экспериментальная медицина
- Новые технологии в медицинском образовании
- Информационные технологии и Интернет

ФОРМА УЧАСТИЯ В КОНФЕРЕНЦИИ:

- выступление с докладом (пленарный, секционный, стендовый (размер должен соответствовать стандарту 90 × 60 см))
- представление тезисов в сборник материалов конференции
- участие в качестве слушателя

ТЕМАТИЧЕСКИЕ НАПРАВЛЕНИЯ ВЫСТАВКИ:

- Медицинская техника и оборудование
- Новые технологии и лекарственные средства в клинической медицине
- Научные издания

ПУБЛИКАЦИЯ ТЕЗИСОВ:

Шрифт Times New Roman Cyr (14 pt), полуторный межстрочный интервал, 2 страницы текста без рисунков и таблиц в следующем порядке: Фамилия, И.О., название учреждения, город, страна, название, текст.
Не более 3 тезисов от одного автора. Тезисы будут проверены через систему Антиплагиат.

РЕГИСТРАЦИЯ

- Online регистрация на сайте www.mine-med.ru/predstoyashaya-konferenciya/register
- Для участия в конференции заполнить регистрационную форму и выслать по факсу: (384-56) 2-40-50
E-mail: gnkc.conf@mail.ru; Интернет-сайт: www.mine-med.ru/predstoyashaya-konferenciya
- Правила оформления статей в журнал «Политравма» представлены на веб-сайте журнала: <http://poly-trauma.ru>
- Редколлегия журнала «Политравма» оставляет за собой право отбора статей для публикации.

ВАЖНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Информация	Срок исполнения	Контакты
Срок приема тезисов	до 01.03.2023 г.	gnkc.conf@mail.ru https://mine-med.ru/predstoyashaya-konferenciya/teziy/
Срок приема статей в журнал «Политравма /Polytrauma»	до 01.02.2023 г.	mail@poly-trauma.ru http://poly-trauma.ru
Срок приема регистрационных форм	до 01.05.2023 г.	https://mine-med.ru/predstoyashaya-konferenciya/register/ gnkc.conf@mail.ru www.mine-med.ru
Срок приема заявлений на участие в выставке	до 01.05.2023 г.	svetl@gnkc.kuzbass.net https://mine-med.ru/predstoyashaya-konferenciya/vyistavka.php
Подтверждение о публикации тезисов, докладов	до 01.05.2023 г.	irmaust@gnkc.kuzbass.net gnkc.conf@mail.ru https://mine-med.ru/predstoyashaya-konferenciya/teziy/show.php
Публикация программы конференции	до 01.05.2023 г.	https://mine-med.ru/predstoyashaya-konferenciya/opisanie-konferencii.php www.mine-med.ru

Публикация тезисов, статей в журнал «ПОЛИТРАВМА/POLYTRAUMA», участие в конференции является бесплатным.

АДРЕС ОРГКОМИТЕТА:

ГБУЗ «Кузбасский клинический центр охраны здоровья шахтеров имени святой великомученицы Варвары» ул. Микрорайон 7, д. 9, г. Ленинск-Кузнецкий, Кемеровская область, Россия, 652509

Агаджанян Ваграм Ваганович

Тел./факс: (384-56) 2-40-50

- председатель оргкомитета конференции, советник главного врача ГБУЗ ККЦОЗШ, д.м.н., профессор

Устьянцева Ирина Марковна

Тел: (384-56) 2-38-88

E-mail: irmaust@gnkc.kuzbass.net

- заместитель председателя оргкомитета,
- заведующая клинко-диагностической лабораторией, д.б.н., профессор

Салтыкова Ирина Владимировна

Тел: (384-56) 2-39-83

E-mail: svetl@gnkc.kuzbass.net

- куратор выставки, заведующая библиотекой

Все новости в



<https://t.me/conference23>

ПОЛИТРАВМА/POLYTRAUMA

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ

ПРАВИЛА ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ РУКОПИСЕЙ В НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ «ПОЛИТРАВМА/POLYTRAUMA»

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Научно-практический журнал «Политравма/Polytrauma» — регулярное печатное издание для клиницистов, научных работников и руководителей органов здравоохранения. Журнал публикует оригинальные статьи по фундаментальным и прикладным теоретическим, клиническим и экспериментальным исследованиям, заметки из практики, дискуссии, обзоры литературы, информационные материалы, посвященные актуальным проблемам политравмы.

Основные разделы журнала: «Передовая статья», «Организация специализированной медицинской помощи», «Оригинальные исследования», «Новые медицинские технологии», «Анестезиология и реаниматология», «Клинические аспекты хирургии», «Клинические аспекты травматологии и ортопедии», «Клинические аспекты нейрохирургии», «Функциональная, инструментальная и лабораторная диагностика», «Реабилитация», «Экспериментальные исследования», «Случай из практики».

Журнал «Политравма/Polytrauma» включен в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук по отраслям науки: 14.01.00 — клиническая медицина; 14.03.00 — медико-биологические науки. Группы специальностей научных работников: 14.01.15 — травматология и ортопедия (медицинские науки), 14.01.17 — хирургия (медицинские науки), 14.03.03 — патологическая физиология (медицинские науки), 14.03.03 — патологическая физиология (биологические науки), 3.1.10. — нейрохирургия (медицинские науки), 3.1.12. — анестезиология и реаниматология (медицинские науки).

ПОРЯДОК ПОДАЧИ РУКОПИСИ

Рукопись должна быть направлена в редакцию в электронном виде в соответствии с нижеизложенными требованиями через сайт журнала <http://poly-trauma.ru> — на странице пользователя, согласно инструкции.

При невозможности или затруднении загрузки на сайт допускается отправка материалов на электронные адреса редакции: mail@poly-trauma.ru; pressa@gnkc.kuzbass.net — в форме присоединенных файлов.

При подаче рукописи в редакцию журнала необходимо дополнительно предоставить файлы, содержащие сканированные изображения заполненных и заверенных СОПРОВОДИТЕЛЬНЫХ ДОКУМЕНТОВ (в формате *.pdf):

1. **Первая страница рукописи** с визой руководителя учреждения, заверенной печатью.
2. **Письмо-сопровождение** на имя Главного редактора с печатью и подписью руководителя организации, подтверждающее передачу прав на публикацию, с указанием, что: 1) рукопись не находится на рассмотрении в другом издании; 2) не была ранее опубликована; 3) содержит полное раскрытие конфликта интересов; 4) все авторы ее читали и одобрили; 5) в материале нет сведений, не подлежащих опубликованию; 6) автор(ы) несут ответственность за достоверность представленных в рукописи материалов. Письмо должно быть собственноручно подписано всеми авторами.
3. **Информация о конфликте интересов/спонсорстве.** Авторы должны раскрыть потенциальные и явные конфликты интересов, связанные с рукописью. Конфликтом интересов может считаться любая ситуация (финансовые отношения, служба или работа в учреждениях, имеющих финансовый или политический интерес к публикуемым материалам, должностные обязанности и др.), способная повлиять на автора рукописи и привести к сокрытию, искажению данных или изменить их трактовку.

Желательно перечислить источники финансирования работы. Если конфликта интересов нет, то пишется: «Конфликт интересов не заявляется». Выявленное редакцией сокрытие потенциальных и явных конфликтов интересов со стороны авторов может стать причиной отказа в рассмотрении и публикации рукописи.

Необходимо указывать источник финансирования как научной работы, так и процесса публикации статьи (фонд, коммерческая или государственная организация, частное лицо и др.). Указывать размер финансирования не требуется. Если вышеперечисленные аспекты работы проводились без участия спонсоров, авторы

должны это также указать. Предоставляется на отдельном листе, отдельным файлом, подписывается всеми авторами.

СОБЛЮДЕНИЕ ЭТИЧЕСКИХ СТАНДАРТОВ

Редакция журнала «Политравма/Polytrauma» стремится придерживаться неукоснительного соблюдения принципов редакционной этики, изложенных в рекомендациях Международного комитета редакторов медицинских журналов (ICMJE) и международного Комитета по этике научных публикаций (Committee on Publication Ethics – COPE).

Политика конфиденциальности

Персональные данные (имена, места работы, должности, научные звания, телефоны, почтовые адреса и адреса электронной почты), предоставленные авторами редакции журнала «Политравма/Polytrauma», будут использованы исключительно для целей, обозначенных журналом, и не будут подвергаться дополнительной обработке, использоваться для каких-либо других целей или предоставляться другим лицам и организациям.

Информация о соответствии этическим нормам

Проведение и описание всех клинических исследований должно быть в полном соответствии со стандартами CONSORT.

Если в статье имеется описание исследований с участием людей, необходимо указать, соответствовали ли они этическим стандартам биоэтического комитета (входящего в состав учреждения, в котором выполнялась работа), разработанными в соответствии с Хельсинкской декларацией Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» с поправками 2000 г. и «Правилами клинической практики в Российской Федерации», утвержденными Приказом Минздрава РФ от 19.06.2003 г. № 266. Все лица, участвующие в исследовании, должны дать информированное согласие на участие в исследовании.

В статьях, описывающих эксперименты на животных, необходимо указать, что они проводились в соответствии с «Правилами проведения работ с использованием экспериментальных животных» (Приложение к приказу Министерства здравоохранения СССР от 12.08.1977 г. № 755). Копии всех материалов хранятся у авторов. В обоих случаях необходимо указать, был ли протокол исследования одобрен этическим комитетом (с приведением названия соответствующей организации, ее расположения, номера протокола и даты заседания комитета).

Оригинальность и плагиат

Авторы обязаны направлять в редакцию только оригинальные работы. При упоминании работ других авторов необходимо соблюдать точность при цитировании и указании источника. Публикации, которые оказали значительное влияние при подготовке исследования или определили его формат, также должны быть упомянуты.

Все статьи, поступающие в редакцию, проходят обязательную проверку с помощью системы «Антиплагиат».

Множественные, повторные или конкурирующие публикации

Материалы, описывающие содержание одного и того же исследования, не должны публиковаться более чем в одном журнале. Отправка рукописи более чем в один журнал считается неэтичной и неприемлемой. Охраняемые авторским правом материалы, уже опубликованные ранее, не могут быть отправлены в журнал для публикации. Кроме того, материалы, находящиеся на рассмотрении в редакции журнала, не могут быть отправлены в другой журнал для публикации в качестве авторской статьи.

При подаче статьи автор должен информировать редактора обо всех предшествующих представлениях работы, которые могут рассматриваться как дублирующая или двойная публикация. Автор должен предупредить редактора, если в рукописи содержится информация, опубликованная автором в предшествующих сообщениях или представленная для другой публикации. В таких случаях в новой статье должны присутствовать ссылки на предшествующий материал.

В случае выявления неэтичного поведения, даже спустя годы после публикации, редакция вправе отозвать статью из научного оборота.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ РУКОПИСИ

Политика разделов. Все рукописи статей, которые подаются в редакцию журнала, должны быть оформлены в соответствии с международными стандартами надлежащей публикационной практики.

При подготовке статей, отражающих результаты рандомизированных клинических исследований с параллельными группами, рекомендуется использовать CONSORT 2010 (The CONSolidated Standards of Reporting Trials – Консолидированные стандарты отчетности исследований).

Исследования с участием лабораторных животных *in vivo* могут опираться на ARRIVE (The ARRIVE Guidelines for Reporting Animal Research – Руководство для отчетности по исследованиям на животных).

Для статей, отражающих результаты наблюдательных исследований (случай-контроль или когортное исследование), приемлем стандарт STROBE (The STrengthening the Reporting of OBservational studies in Epidemiology – Руководство по отчетности при наблюдательных исследованиях в эпидемиологии).

При подготовке систематических обзоров рекомендуется PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses – Предпочтительные моменты отчетности для систематических обзоров и мета-анализов).

При описании клинических случаев – CARE (The CARE Guidelines: Consensus-based Clinical Case Reporting Guideline Development – Руководство по отчетности о клинических случаях).

При подготовке статей, отражающих результаты качественных исследований – SRQR (Standards for Reporting Qualitative Research: a synthesis of recommendations – Стандарты отчетности качественных исследований: обобщение рекомендаций)

При подготовке статей, отражающих результаты прогностических исследований, – STARD 2015 (An Updated List of Essential Items for Reporting Diagnostic Accuracy Studies – Обновленный список представления результатов исследований по диагностической точности).

Объем полного текста рукописи (оригинальные исследования, лекции, обзоры), в том числе таблицы и список литературы, не должен превышать 5000 слов. Объем статей, посвященных описанию клинических случаев, не более 3000 слов; краткие сообщения и письма в редакцию – в пределах 1500 слов.

Файлы с текстом статьи должны содержать всю информацию для публикации. Текстовая информация предоставляется в редакторе Microsoft Word; таблицы и графики – в Microsoft Excel; фотографии и рисунки – в формате TIF с разрешением 300 точек, векторные изображения – в EPS, EMF, CDR. Размер изображения должен быть не менее 4,5 × 4,5 см, по площади занимать не более 100 см².

Формат текста рукописи. Текст должен быть напечатан шрифтом Times New Roman, размер 14 pt, междустрочный интервал 1,0 pt, размер полей не менее 2,5 см с каждой стороны страницы. Страницы должны быть пронумерованы арабскими цифрами в верхнем или нижнем правом углу, начиная с титульной.

Титульный лист содержит название статьи, фамилии, имена и отчества авторов, полное официальное название учреждения(й), где выполнялась работа на русском и английском языках; фамилию и ученое звание руководителя; фамилию, электронный адрес, телефон и почтовый адрес с индексом автора, ответственного за переписку с редакцией.

Авторство. Данные об авторах указываются в последовательности, которая определяется их совместным решением и подтверждается подписями на титульном листе. Указываются: полные ФИО, место работы всех авторов, их должности. Если в авторском списке представлены более 4 авторов, обязательно указание вклада в данную работу каждого автора.

Иные лица, внесшие вклад в выполнение работы, недостаточный для признания авторства, должны быть перечислены (с их письменного согласия) в разделе «Благодарность» после текста статьи.

Резюме и ключевые слова. Авторское резюме (русский и английский вариант) объемом не более 250 слов должно быть компактным и структурированным и иметь основные разделы: введение; цель; материалы и методы; результаты; заключение. Далее необходимо указать 4-8 ключевых слов (Ключевые слова: ...), способствующих индексированию статьи в поисковых системах.

Рубрикация. Оригинальная статья должна соответствовать общепринятому шаблону: введение, цель и задачи, методы (материал и методы), результаты, обсуждение, заключение (выводы). В больших статьях главы «Результаты» и «Обсуждение» могут иметь подзаголовки. В обзорах, описаниях случаев возможна другая структура текста.

Введение должно содержать краткое описание проблемы, которой посвящено исследование и обоснование актуальности и необходимости проведения работы. В конце раздела содержится цель исследования.

Главная задача раздела «**Материалы и методы**» состоит в максимально ясном изложении дизайна и методов исследования с целью обеспечения воспроизводимости полученных результатов. Методы и процедуры исследования, а также оборудование (с указанием в скобках названия производителя) описываются настолько подробно, насколько это необходимо, чтобы другие исследователи могли воспроизвести полученные результаты. При описании методологии исследования, в обязательном порядке указываются: критерии включения/исключения, описание метода рандомизации, первичные и вторичные конечные точки исследования, описание методов статистического анализа, этические аспекты исследования. Авторам рекомендуется использовать соответствующие рекомендации по структуре отчетности в зависимости от типа исследования согласно «EQUATOR NETWORK».

Раздел «**Материалы и методы**» также должен включать заявление, указывающее, что исследование было одобрено ответственным этическим комитетом (учреждения или национальным) или освобождено от необходимости этой оценки. При отсутствии официального этического комитета в этом заявлении указывается, что исследование проводилось в соответствии с принципами Хельсинкской Декларации.

Персональная информация о пациенте не подлежит опубликованию. Пациент (родитель / опекун) должен дать письменное информированное согласие на публикацию.

Раздел «**Результаты**» должен содержать описание популяции исследования, включая количество выбывших пациентов и причины выбывания из исследования, а также, отклонения от протокола. Должны быть изложе-

ны все данные по первичным и вторичным конечным точкам, заявленным в разделе «Методы». При этом в тексте следует привести только наиболее важные данные, дополненные таблицами и рисунками. Описываются изменения в тестируемых гипотезах или конечных точках, которые произошли в течение или после окончания исследования.

В разделе «Обсуждение» предлагается интерпретация основных результатов исследования и сопоставление их с известными данными отечественной и зарубежной литературы, а также вывод о том, соответствуют ли полученные результаты результатам аналогичных исследований. Необходимо отметить, какой вклад делает выполненная работа в уже имеющиеся знания в данной области. Отмечаются ограничения и недостатки исследования, а также как ограничения данного исследования могут быть преодолены.

Выводы должны сопоставляться с целями исследования и подтверждаться фактами, изложенными в работе.

Статистический анализ. Описание процедуры статистического анализа является неотъемлемым компонентом раздела «Материал и методы». Необходимо привести полный перечень всех использованных статистических методов анализа и критериев проверки гипотез. Недопустимо написание фраз типа «использовались стандартные статистические методы» без их конкретного указания. Обязательно указывается принятый в данном исследовании критический уровень значимости «р» (например, «Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез в данном исследовании принимался равным 0,05»). В каждом конкретном случае указывается фактическая величина достигнутого уровня значимости «р» для используемого статистического критерия (а не просто « $p < 0,05$ » или « $p > 0,05$ »). Кроме того, необходимо указывать конкретные значения полученных статистических критериев (например, критерий «Хи-квадрат» = 12,3 (число степеней свободы $df = 2$, $p = 0,0001$). Необходимо дать определение всем используемым статистическим терминам, сокращениям и символическим обозначениям (например, M — выборочное среднее, m (SEM) — ошибка среднего, STD — выборочное стандартное отклонение, p — достигнутый уровень значимости).

При использовании выражений типа $M \pm m$ необходимо указать значение каждого из символов, а также объем выборки (n). Если используемые статистические критерии имеют ограничения по их применению, укажите, как проверялись эти ограничения и каковы результаты этих проверок (например, при использовании параметрических методов необходимо указать, как подтверждался факт нормальности распределения выборки). Следует избегать неконкретного использования терминов, имеющих несколько значений (например, существует несколько вариантов коэффициента корреляции: Пирсона, Спирмена и др.). Средние величины не следует приводить точнее, чем на один десятичный знак по сравнению с исходными данными, среднеквадратичное отклонение и ошибку среднего — еще на один знак точнее.

Если анализ данных производился с использованием статистического пакета программ, то необходимо указать название этого пакета и его версию.

Библиографические ссылки должны быть сверены с оригиналами и приведены под заголовком «Литература» на отдельном листе в порядке цитирования либо в алфавитном порядке — для обзоров литературы. В тексте дается ссылка на порядковый номер цитируемой работы в квадратных скобках [1] или [1, 2]. Каждая ссылка в списке — с новой строки (колонкой). Авторы должны использовать не более 15 литературных источников последних 5 лет. В обзорах — до 50 источников.

Согласно требованиям таких международных систем цитирования, как Web of Science и Scopus, список литературы должен быть представлен на русском и на английском языках. За правильность приведенных в списке литературы данных ответственность несут автор(ы).

Библиографическое описание на русском языке выполняется на основе ГОСТ Р 7.0.5-2008 («Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления»). Англоязычная часть библиографического описания должна соответствовать формату, рекомендуемому Американской Национальной Организацией по Информационным стандартам (National Information Standards Organisation — NISO), принятому National Library of Medicine (NLM) для баз данных (Library's MEDLINE/PubMed database) NLM: <http://www.nlm.nih.gov/citingmedicine>.

В библиографическом описании приводятся фамилии авторов до шести, после чего, для отечественных публикаций следует указать «и др.», для зарубежных — «et al.». При описании статей из журналов указывают в следующем порядке выходные данные: фамилия и инициалы авторов, название статьи, название журнала, год, том, номер, страницы (от и до). При описании статей из сборников указывают выходные данные: фамилия, инициалы, название статьи, название сборника, место издания, год издания, страницы (от и до).

Иллюстрации (рисунки, графики, схемы, фотографии) представляются отдельными файлами в указанном выше формате. Подписи к иллюстрациям с нумерацией рисунка прилагаются в отдельном файле в формате Microsoft Word. В тексте и на левом поле страницы указываются ссылки на каждый рисунок в соответствии с первым упоминанием в тексте. Иллюстрации должны быть четкими, пригодными для воспроизведения, их количество, включая а, б и т.д., — не более восьми. Для ранее опубликованных иллюстраций необходимо указать оригинальный источник и представить письменное разрешение на воспроизведение от их автора (владельца).

Таблицы нумеруются, если их число более одной, и последовательно цитируются в тексте (приемлемо не больше пяти). Каждый столбец должен иметь краткий заголовок, пропуски в строках (за отсутствием данных)

обозначаются знаком тире. На данные из других источников необходима ссылка. Дублирование одних и тех же сведений в тексте, графиках, таблице недопустимо.

Сокращения. Следует ограничиться общепринятыми сокращениями (ГОСТ 7.0.12-2011 для русского и ГОСТ 7.11-78 для иностранных европейских языков), избегая новых без достаточных на то оснований. Аббревиатуры расшифровываются при первом использовании терминов и остаются неизменными по всему тексту. Сокращения, аббревиатуры в таблице разъясняются в примечании.

Английский язык и транслитерация. При транслитерации рекомендуется использовать стандарт BGN/PCGN (United States Board on Geographic Names / Permanent Committee on Geographical Names for British Official Use), рекомендованный международным издательством Oxford University Press, как «British Standard». Для транслитерации текста в соответствии со стандартом BGN можно воспользоваться ссылкой <http://ru.translit.ru/?account=bgn>. Англоязычное название статьи должно быть грамотно с точки зрения английского языка, при этом по смыслу полностью соответствовать русскоязычному названию.

ФИО необходимо писать в соответствии с заграничным паспортом, или так же, как в ранее опубликованных в зарубежных журналах статьях. Авторам, публикующимся впервые и не имеющим заграничного паспорта, следует воспользоваться стандартом транслитерации BGN/PCGN (см. ниже).

Необходимо указывать официальное англоязычное название учреждения. Наиболее полный список названий учреждений и их официальной англоязычной версии можно найти на сайте РУНЭБ eLibrary.ru.

Англоязычная версия резюме статьи должна по смыслу и структуре полностью соответствовать русскоязычной и быть грамотной с точки зрения английского языка.

Для выбора ключевых слов на английском следует использовать тезаурус Национальной медицинской библиотеки США – Medical Subject Headings (MeSH).

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ МЕЖДУ ЖУРНАЛОМ И АВТОРОМ

Представление статьи для публикации в журнале «Политравма/Polytrauma» подразумевает согласие авторов с опубликованными правилами. Редакция журнала ведет переписку с автором, ответственным за связь с редакцией.

Все статьи, поступающие в журнал «Политравма/Polytrauma», проходят предварительную проверку ответственным редактором журнала на соответствие формальным требованиям. На этом этапе статья может быть возвращена авторам на доработку с просьбой устранить ошибки или добавить недостающие данные. Также на этом этапе статья может быть отклонена из-за несоответствия ее целям журнала, отсутствия оригинальности, отсутствия научной значимости.

После предварительной проверки ответственный редактор передает статью эксперту по биомедицинской статистике для проверки корректности выполненного статистического анализа.

В случае положительного ответа статья отправляется рецензенту с указанием сроков рецензирования. Автору отправляется соответствующее уведомление. В спорных случаях редактор может назначить дополнительное рецензирование. Однако окончательное решение принимает главный редактор.

При принятии решения о доработке статьи рецензии и комментарии рецензентов отправляются авторам. На доработку статьи дается 2 месяца. Если в течение этого срока авторы не представили исправленный вариант статьи и не уведомили редакцию о планируемых действиях, статья снимается с регистрации и передается в архив.

При принятии решения об отказе в публикации статьи автору отправляется соответствующее решение редакции и текст рецензий.

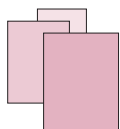
Если принято решение о принятии статьи к публикации, редакция уведомляет авторов о сроках публикации. На электронный адрес автора для переписки высылаются корректура, которую необходимо вычитать и вернуть в редакцию с прилагаемым списком исправлений в течение 3 календарных дней. В противном случае статья будет опубликована без авторских правок.

После выхода публикации авторам предоставляется копия статьи в виде файла PDF. Печатный вариант журнала может быть приобретен через агентства по подписке.

Информация о правилах для авторов доступна на сайте журнала:

<http://poly-trauma.ru/index.php/pt/pages/view/rules>





ПОЛИТРАВМА/POLYTRAUMA

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ РЕКЛАМОДАТЕЛЕЙ

Научно-практический журнал «Политравма/Polytrauma» создан в соответствии с рекомендациями Всероссийской научно-практической конференции «Политравма: диагностика, лечение и профилактика осложнений» (29-30 сентября 2005 г., г. Ленинск-Кузнецкий).

Учредителем издания является Благотворительный Фонд центра охраны здоровья шахтеров (г. Ленинск-Кузнецкий).

Главный редактор журнала — Заслуженный врач РФ, д.м.н., профессор, академик РАЕН В.В. Агаджанян.

В редакционную коллегию и редакционный совет журнала входят крупнейшие клиницисты и ученые России, стран СНГ и зарубежья.

Журнал содержит специализированную информацию, посвященную проблемам политравмы. Объем издания 100 страниц. Периодичность издания 4 раза в год.

ЧИТАТЕЛЬСКАЯ АУДИТОРИЯ

Врачи, научные работники, преподаватели и студенты медицинских учебных заведений. Материалы, публикуемые в журнале, будут интересны руководителям учреждений здравоохранения, сотрудникам фирм-производителей медицинской техники, оборудования и расходных материалов.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ

- Редакционная подписка, подписка через почтовые отделения связи.
- Крупнейшие библиотеки России, стран СНГ.
- НИИ травматологии и ортопедии России, стран СНГ и зарубежья, более чем 200 специализированных травматологических центров, институты усовершенствования врачей, медицинские академии и университеты.
- Международные медицинские симпозиумы, научно-практические конференции, круглые столы, ярмарки, выставки.

МЕДИЦИНСКАЯ РЕКЛАМА

Журнал «Политравма/Polytrauma» — это специализированное издание, на страницах которого может размещаться рекламная информация по медицинской тематике.

Публикуемые в журнале рекламные материалы соответствуют Законам Российской Федерации «О рекламе», «О лекарственных средствах», «О наркотических средствах и психотропных веществах».

Журнал оказывает информационную поддержку в продвижении на рынок конкурентоспособной продукции, проектов, научных разработок и высоких технологий.

Приглашаем к сотрудничеству фирмы, научно-исследовательские институты, учреждения здравоохранения, общественные организации, представляющие отрасли современной медицины применительно к тематике журнала.

ТРЕБОВАНИЯ К ПРЕДОСТАВЛЯЕМЫМ МАКЕТАМ

Для размещения в журнале принимаются готовые макеты только векторных форматов CDR, PDF или EPS. Все текстовые составляющие должны быть переведены в кривые. Растровые составляющие предоставляются в цветовом пространстве CMYK, разрешение 300 dpi (для полноцветных страниц). Для остальных страниц допускается предоставление макетов в формате CDR и EPS в цветовом пространстве CMYK с использованием только цветовых каналов К (black) и М (magenta).

Возможные размеры макетов: 195 × 285 мм, 170 × 120 мм, 170 × 65 мм, 115 × 120 мм, 115 × 80 мм, 55 × 120 мм, 55 × 80 мм

Телефон для справок: (384-56) 2-38-88

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

Интернет-сайт: www.poly-trauma.ru
www.mine-med.ru/polytrauma/

ISSN: 1819-1495 (print)
ISSN: 2541-867X (online)

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ ЖУРНАЛ

«ПОЛИТРАВМА/POLYTRAUMA»

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-71530 от 01 ноября 2017 г.



Тематика журнала: фундаментальные и прикладные теоретические, клинические и экспериментальные исследования, заметки из практики, дискуссии, обзоры литературы, информационные материалы, посвященные актуальным проблемам политравмы.

Аудитория: врачи, научные работники, преподаватели и студенты медицинских учебных заведений, руководители учреждений здравоохранения.

Журнал включен в Перечень рецензируемых научных изданий, рекомендуемых ВАК РФ для опубликования основных научных результатов диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук по отраслям науки:

14.01.00 - клиническая медицина;

14.03.00 - медико-биологические науки.

Группы специальностей научных работников:

14.01.15 - травматология и ортопедия,

14.01.17 - хирургия,

14.03.03 - патологическая физиология (биологические науки),

14.03.03 - патологическая физиология (медицинские науки),

3.1.10. - нейрохирургия (медицинские науки),

3.1.12. - анестезиология и реаниматология (медицинские науки).

Журнал реферируется
РЖ ВИНТИ

Индексация:

РИНЦ
SCOPUS

Ulrich's International Periodicals Directory
WorldCat, BASE, Open Archives

Подписка на журнал "Политравма/Polytrauma"

На почте по каталогу "Почта России" (ПН339),
через интернет: <http://podpiska.pochta.ru> (ПН339)

Электронная версия журнала:
<http://www.poly-trauma.ru>

Адрес редакции:

652509, Кемеровская область, г. Ленинск-Кузнецкий, ул. Микрорайон 7, д. 9
тел: (384-56) 2-38-88, 9-55-34
факс: (384-56) 2-40-50
mail@poly-trauma.ru; pressa@gnkc.kuzbass.net; irmaust@gnkc.kuzbass.net