

ИННОВАЦИОННАЯ МЕДИЦИНА КУБАНИ

научно-практический журнал

Наименование издания:

«Инновационная
медицина Кубани»

Учредитель и издатель:

ГБУЗ «НИИ – Краевая клини-
ческая больница № 1 имени
профессора С.В. Очаповского»
Министерства здравоохра-
нения Краснодарского края

Адрес учредителя и издателя:

350086, Краснодар,
ул. 1 Мая, 167

Адрес редакции:

350086, Краснодар,
ул. Российская, 140,
тел. (861) 252-83-34,
imk-journal@mail.ru

Журнал «Инновационная ме-
дицина Кубани» зарегистри-
рован в Федеральной службе
по надзору в сфере связи, ин-
формационных технологий и
массовых коммуникаций
09.12.2015г.

Регистрационный номер:

ПИ № ФС 77-63978

Периодичность издания:

4 раза в год

Ответственный редактор:

С.А. Шевчук
imk-journal@mail.ru

Редактор, переводчик:

И.Н. Швед
Цена свободная

Сайт

<https://www.innovmedkub.ru>

Редакция журнала сообщает,
что в издании соблюдаются
принципы международной
организации «Комитет по изда-
тельской этике» (Committee on
Publication Ethics – COPE).

Ответственность за достовер-
ность информации в реклам-
ных материалах несут рекла-
модатели.

Журнал включен в националь-
ную информационно-аналити-
ческую систему – Российский
индекс научного цитирования
(РИНЦ) и зарегистрирован в На-
учной электронной библиотеке
eLIBRARY.RU, лицензионный до-
говор № 444-08/2016

Инновационная медицина Кубани

Научно-практический журнал

Том 7, № 1

2022

DOI: 10.35401/2500-0268

Главный редактор:

В.А. Порханов – д. м. н., проф., акад. РАН, Научно-исследовательский институт –
Краевая клиническая больница № 1 им. проф. С.В. Очаповского (НИИ – ККБ № 1),
Краснодар, Российская Федерация

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Е.Д. Космачева, д. м. н., проф., заместитель главного врача,
НИИ – ККБ № 1, Краснодар, Российская Федерация

Г.Г. Музлаев, д. м. н., проф., НИИ – ККБ № 1, Краснодар, Рос-
сийская Федерация

А.А. Афаунов, д. м. н., проф., НИИ – ККБ № 1, Краснодар,
Российская Федерация

Ж. Массард, д. м. н., проф., Люксембургский университет,
Люксембург, Люксембург

Г. Варела, д. м. н., проф., Институт биомедицинских иссле-
дований Саламанки, Саламанка, Испания

П. Филосо, д. м. н., проф., Туринский университет, Турин,
Италия

А.А. Воротников, д. м. н., проф., Ставропольский государ-
ственный медицинский университет, Ставрополь, Россий-
ская Федерация

А.Н. Блаженко, д. м. н., проф., Кубанский государственный
медицинский университет, Краснодар, Российская Феде-
рация

Е.В. Болотова, д. м. н., проф., Кубанский государственный ме-
дицинский университет, Краснодар, Российская Федерация

М.А. Барабанова, д. м. н., проф., НИИ – ККБ № 1, Краснодар,
Российская Федерация

Н.Е. Иванова, д. м. н., проф., Национальный медицин-
ский исследовательский центр им. В.А. Алмазова, Санкт-
Петербург, Российская Федерация

М.И. Коган, д. м. н., проф., Ростовский государственный меди-
цинский университет, Ростов-на-Дону, Российская Федерация

В.Л. Медведев, д. м. н., проф., НИИ – ККБ № 1, Краснодар,
Российская Федерация

И.В. Михайлов, д. м. н., проф., НИИ – ККБ № 1, Краснодар,
Российская Федерация

В.В. Голубцов, д. м. н., проф., Кубанский государственный
медицинский университет, Краснодар, Российская Феде-
рация

А.В. Поморцев, д. м. н., проф., Кубанский государственный
медицинский университет, Краснодар, Российская Феде-
рация

И.М. Быков, д. м. н., проф., Кубанский государственный
медицинский университет, Краснодар, Российская Феде-
рация

Ю.П. Малышев, д. м. н., проф., Кубанский государственный
медицинский университет, Краснодар, Российская Феде-
рация

А.Г. Барышев, д. м. н., НИИ – ККБ № 1, Краснодар, Россий-
ская Федерация

Л.В. Шульженко, д. м. н., проф., НИИ – ККБ № 1, Краснодар,
Российская Федерация

К.О. Барбухатти, д. м. н., проф., НИИ – ККБ № 1, Краснодар,
Российская Федерация

А.Н. Федорченко, д. м. н., НИИ – ККБ № 1, Краснодар, Рос-
сийская Федерация

И.А. Пашкова, д. м. н., НИИ – ККБ № 1, Краснодар, Россий-
ская Федерация

Е.Ф. Филиппов, д. м. н., Кубанский государственный
медицинский университет, Краснодар, Российская Фе-
дерация

В.В. Ткачев, д. м. н., НИИ – ККБ № 1, Краснодар, Российская
Федерация

И.С. Поляков, к. м. н., НИИ – ККБ № 1, Краснодар, Россий-
ская Федерация

В.П. Леонов, к. т. н., доцент, научный центр «Биостатисти-
ка», Анапа, Российская Федерация

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Л.А. Бокерия, д. м. н., проф., акад. РАН, Национальный
медицинский исследовательский центр сердечно-сосуди-
стой хирургии им. А.Н. Бакулева, Москва, Российская Фе-
дерация

Р.С. Акчурин, д. м. н., проф., Национальный медицинский
исследовательский центр кардиологии, Москва, Россий-
ская Федерация

А.А. Потапов, д. м. н., проф., акад. РАН, Национальный
медицинский исследовательский центр нейрохирургии
им. акад. Н.Н. Бурденко, Москва, Российская Федерация

И.И. Затевахин, д. м. н., проф., акад. РАН, Российский
национальный исследовательский медицинский универ-
ситет им. Н.И. Пирогова, Москва, Российская Федерация

А.Ф. Гончаров, д. м. н., проф., член-корр. РАН, Всероссийский
центр медицины катастроф «Защита», Москва, Российская
Федерация

М.Ш. Хубутия, д. м. н., проф., акад. РАН, Научно-исследова-
тельный институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовско-
го, Москва, Российская Федерация

И.Н. Пронин, д. м. н., проф., член-корр. РАН, Националь-
ный медицинский исследовательский центр нейрохи-
рургии им. акад. Н.Н. Бурденко, Москва, Российская Фе-
дерация

В.Е. Сеницын, д. м. н., проф., Московский государственный
университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Российская Фе-
дерация

К.Г. Жестков, д. м. н., проф., Городская клиническая боль-
ница им. С.П. Боткина, Москва, Российская Федерация

П.К. Яблонский, д. м. н., проф., Санкт-Петербургский на-
учно-исследовательский институт фтизиопульмонологии,
Санкт-Петербург, Российская Федерация

П.В. Царьков, д. м. н., проф., Первый Московский государ-
ственный медицинский университет им. И.М. Сеченова,
Москва, Российская Федерация

В.Д. Паршин, д. м. н., проф., член-корр. РАН, Российский
научный центр хирургии им. акад. Б.В. Петровского,
Москва, Российская Федерация

И.Е. Тюрин, д. м. н., проф., Российская медицинская
академия непрерывного профессионального образования,
Москва, Российская Федерация

С.Н. Алексеенко, д. м. н., Кубанский государственный
медицинский университет, Краснодар, Российская Феде-
рация

В.Л. Зельман, д. м. н., проф., Университет Южной Калифор-
нии, Лос-Анджелес, США

Р. Флорес, д. м. н., проф., Больница Маунт Синай, Нью-
Йорк, США

П. Голдстроу, д. м. н., проф., Королевская больница Бромп-
тона, Национальный институт лечения заболеваний серд-
ца и легких, Лондон, Великобритания

П. Тома, д. м. н., проф., Университет Экс-Марселя, Марсель,
Франция

Журнал включен ВАК РФ в Перечень ведущих научных изданий, в которых должны быть опубликованы основ-
ные результаты диссертационных работ на соискание ученой степени кандидата и доктора медицинских наук.

Journal title:
Innovative Medicine of Kuban

Founder and publisher:
Scientific Research Institute –
Ochapovsky Regional Clinical
Hospital No. 1,
Public Health Ministry of Kras-
nodar Region

Address: 1 Maya str., 167,
Krasnodar, 350086

Editorial office:
Rossiyskaya str, 140, Krasnodar,
350086
Phone: +7 (861) 252-83-34,
imk-journal@mail.ru

Innovative Medicine of Kuban
is registered in the Federal
Service for Supervision of
Communications, Information
Technology and Mass Media
on December 9, 2015

Registration number:
ПИ No. ФС 77-63978
Published quarterly

Executive editor:
Svetlana A. Shevchuk
imk-journal@mail.ru

Editor, translator:
Irina N. Shved

Website:
<https://www.innovmedkub.ru>

The Editorial Board of the Innova-
tive Medicine of Kuban follows
the principles and standards of
Committee on Publication Ethics
(COPE).

The advertisers are responsible
for the accuracy of any advertis-
ing information.

The Journal is included in the Rus-
sian Science Citation Index (RSCI)
and registered in the Scientific
Electronic Library eLIBRARY.RU,
the license agreement No. 444-
08/2016.

Innovative Medicine of Kuban

Innovatsionnaya meditsina Kubani

Scientific and practical journal

Vol. 7 no. 1.

2022

DOI: 10.35401/2500-0268

Editor-in-Chief:

Vladimir A. Porhanov, Professor, Dr. Sci. (Med.),
Member of Russian Academy of Sciences, Scientific Research Institute – Ochapovsky
Regional Clinical Hospital No. 1, Krasnodar, Russian Federation

EDITORIAL BOARD

Elena D. Kosmacheva, Dr. Sci. (Med.), Professor, Deputy chief
physician, Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional
Clinical Hospital No. 1, Krasnodar, Russian Federation

Gerasim G. Muzlaev, Dr. Sci. (Med.), Professor, Scientific Re-
search Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital No. 1,
Krasnodar, Russian Federation

Asker A. Afaunov, Dr. Sci. (Med.), Professor, Scientific Research
Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital No. 1, Kras-
nodar, Russian Federation

Gilbert Massard, Dr. Sci. (Med.), Professor, University of Lux-
embourg, Luxembourg

Gonzalo Varela, Dr. Sci. (Med.), Professor, Institute for Biomed-
ical Research of Salamanca, Salamanca, Spain

Pier L. Filosso, Dr. Sci. (Med.), Professor, University of Turin,
Turin, Italy

Aleksander A. Vorotnikov, Dr. Sci. (Med.), Professor, Stavropol
State Medical University, Stavropol, Russian Federation

Aleksander N. Blazhenko, Dr. Sci. (Med.), Professor, Kuban
State Medical University, Krasnodar, Russian Federation

Elena V. Bolotova, Dr. Sci. (Med.), Professor, Kuban State Medi-
cal University, Krasnodar, Russian Federation

Marianna A. Barabanova, Dr. Sci. (Med.), Professor, Scientific
Research Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital
No. 1, Krasnodar, Russian Federation

Natalya E. Ivanova, Dr. Sci. (Med.), Professor, Almazov National
Medical Research Center, Saint Petersburg, Russian Federation

Mikhail I. Kogan, Dr. Sci. (Med.), Professor, Rostov State Medi-
cal University, Rostov-on-Don, Russian Federation

Vladimir L. Medvedev, Dr. Sci. (Med.), Professor, Scientific Re-
search Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital No. 1,
Krasnodar, Russian Federation

Ilya V. Mikhailov, Dr. Sci. (Med.), Professor, Scientific Research
Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital No. 1, Kras-
nodar, Russian Federation

Vladislav V. Golubtsov, Dr. Sci. (Med.), Professor, Kuban State
Medical University, Krasnodar, Russian Federation

Aleksey V. Pomortsev, Dr. Sci. (Med.), Professor, Kuban State
Medical University, Krasnodar, Russian Federation

Ilya M. Bykov, Dr. Sci. (Med.), Professor, Kuban State Medical
University, Krasnodar, Russian Federation

Yury P. Malyshev, Dr. Sci. (Med.), Professor, Kuban State Medi-
cal University, Krasnodar, Russian Federation

Aleksander G. Baryshev, Dr. Sci. (Med.), Scientific Research
Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital No. 1, Kras-
nodar, Russian Federation

Larisa V. Shulzhenko, Dr. Sci. (Med.), Professor, Scientific Re-
search Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital No. 1,
Krasnodar, Russian Federation

Kirill O. Barbukhatti, Dr. Sci. (Med.), Professor, Scientific Re-
search Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital No. 1,
Krasnodar, Russian Federation

Aleksey N. Fedorchenko, Dr. Sci. (Med.), Scientific Research
Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital No. 1, Kras-
nodar, Russian Federation

Irina A. Pashkova, Dr. Sci. (Med.), Scientific Research Insti-
tute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital No. 1, Krasnodar,
Russian Federation

Evgeny F. Filippov, Dr. Sci. (Med.), Kuban State Medical Uni-
versity, Krasnodar, Russian Federation

Vyacheslav V. Tkachev, Dr. Sci. (Med.), Scientific Research In-
stitute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital No. 1, Krasno-
dar, Russian Federation

Igor S. Polyakov, Cand. Sci. (Med.), Scientific Research Insti-
tute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital No. 1, Krasnodar,
Russian Federation

Vasily P. Leonov, Cand. Sci. (Tech.), Associate Professor, Scien-
tific center "Biostatistics", Anapa, Russian Federation

EDITORIAL COUNCIL

Leo A. Bockeria, Dr. Sci. (Med.), Professor, Member of Russian
Academy of Sciences, Bakulev National Medical Research Cen-
ter for Cardiovascular Surgery, Moscow, Russian Federation

Renat S. Akchurin, Dr. Sci. (Med.), Professor, National Medical
Research Center of Cardiology, Moscow, Russian Federation

Aleksander A. Potapov, Dr. Sci. (Med.), Professor, Member of
Russian Academy of Sciences, Research Institute of Neurosur-
gery named after Academician NN Burdenko, Moscow, Rus-
sian Federation

Igor I. Zatevakhin, Dr. Sci. (Med.), Professor, Member of Rus-
sian Academy of Sciences, Pirogov Russian National Research
Medical University, Moscow, Russian Federation

Sergey F. Goncharov, Dr. Sci. (Med.), Professor, Member of
Russian Academy of Sciences, All-Russian Centre for Disaster
Medicine 'Zaschita', Moscow, Russian Federation

Mogeli Sh. Khubutia, Dr. Sci. (Med.), Professor, Member of
Russian Academy of Sciences, Sklifosovsky Research Institute
for Emergency Medicine, Moscow, Russian Federation

Igor N. Pronin, Dr. Sci. (Med.), Professor, Corresponding Mem-
ber of Russian Academy of Sciences, Research Institute of Neu-
rosurgery named after Academician NN Burdenko, Moscow,
Russian Federation

Valentin E. Sinitsyn, Dr. Sci. (Med.), Professor, Lomonosov
Moscow State University, Moscow, Russian Federation

Kirill G. Zhestkov, Dr. Sci. (Med.), Professor, City Clinical Hospi-
tal named after SP Botkin, Moscow, Russian Federation

Petr K. Yablonsky, Dr. Sci. (Med.), Professor, Saint-Petersburg
Research Institute of Phthisiopulmonology, Saint-Petersburg,
Russian Federation

Petr V. Tsarkov, Dr. Sci. (Med.), Professor, I.M. Sechenov First
Moscow State Medical University (Sechenov University), Mos-
cow, Russian Federation

Vladimir D. Parshin, Dr. Sci. (Med.), Professor, Corresponding
Member of Russian Academy of Sciences, Petrovsky National
Research Centre of Surgery, Moscow, Russian Federation

Igor E. Turin, Dr. Sci. (Med.), Professor, Russian Medical Acad-
emy of Postgraduate Education, Moscow, Russian Federation

Sergey N. Alekseenko, Dr. Sci. (Med.), Kuban State Medical
University, Krasnodar, Russian Federation

Vladimir L. Zelman, Dr. Sci. (Med.), Professor, University of
Southern California, Los Angeles, USA

Raja Flores, Dr. Sci. (Med.), Professor, Icahn School of Medicine
at Mount Sinai, New York, USA

Peter Goldstraw, Dr. Sci. (Med.), Professor, Royal Brompton
Hospital, National Heart and Lung Institute, London, Great
Britain

Pascal Thomas, Dr. Sci. (Med.), Professor, Aix-Marseille Univer-
sity, Marseille, France

The journal is included in the List of Leading Peer-Reviewed Scientific Journals and Publications where the main scientific results, doctoral dissertations and PhD theses should be published.

СОДЕРЖАНИЕ

ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

О.И. Кит, Д.Е. Закондырин, А.А. Гринь, Э.Е. Росторгуев, С.В. Юндин ОПЫТ ЛЕЧЕНИЯ ОПУХОЛЕЙ ПОЗВОНОЧНИКА, ОСЛОЖНЕННЫХ КОМПРЕССИЕЙ СПИННОГО МОЗГА И ЕГО КОРЕШКОВ.....	5
О.О. Заворотный, Е.В. Зиновьев, В.Г. Волков, Д.В. Костяков, Д.Х. Халипаева, А.В. Семглазов, Т.З. Гогохия СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА МЕТОДОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЛЕТАЛЬНОГО ИСХОДА ТЯЖЕЛООБОЖЖЕННЫХ.....	12
П.Г. Шнякин, И.С. Усатова, А.В. Трубкин, И.А. Казадаева СУБАРАХНОИДАЛЬНОЕ КРОВОИЗЛИЯНИЕ ВСЛЕДСТВИЕ РАЗРЫВА МИЛИАРНЫХ АНЕВРИЗМ ПЕРЕДНЕЙ ЦИРКУЛЯЦИИ ВИЛЛИЗИЕВОГО КРУГА.....	19
В.А. Порханов, И.С. Казимиров, З.Г. Татаринцева, В.В. Штрауб, В.Е. Холодова, А.А. Халафян ОСОБЕННОСТИ ТЕЧЕНИЯ КОРОНАВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИИ У ПАЦИЕНТОВ, ПЕРЕНЕСШИХ ТОРАКАЛЬНЫЕ И КАРДИОХИРУРГИЧЕСКИЕ ОПЕРАЦИИ.....	27
С.Б. Базлов, К.И. Мелконян, Т.В. Русинова, К.И. Попандопуло, Н.В. Марченко, Д.Д. Шевчук К ВОПРОСУ О ПОЛУЧЕНИИ ПЛАЗМЫ, ОБОГАЩЕННОЙ ТРОМБОЦИТАМИ.....	38

ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

В.Т. Корхмазов, В.И. Перхов ДОСТУПНОСТЬ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ ПРИ ТЯЖЕЛЫХ ТРАВМАХ ГОЛОВЫ В ПЕРИОД ПАНДЕМИИ COVID-19.....	44
--	----

СЛУЧАИ ИЗ КЛИНИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ

А.И. Белый, Е.С. Суслов, В.В. Ефимов, А.Н. Федорченко ВОЗМОЖНОСТИ ЭНДОВАСКУЛЯРНОЙ ХИРУРГИИ В КОРРЕКЦИИ СТЕНОТИЧЕСКИХ ПОРАЖЕНИЙ ВНУТРЕННЕЙ СОННОЙ АРТЕРИИ ПРИ СЛОЖНЫХ АНАТОМИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ.....	53
--	----

ОБЗОРЫ

Д.О. Кардаильская, Е.И. Зяблова, В.А. Порханов, И.Н. Пронин, Н.Е. Захарова РОЛЬ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ АНГИОГРАФИИ В ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ЛЕЧЕНИЯ АНЕВРИЗМ ГОЛОВНОГО МОЗГА И ПОСЛЕДУЮЩЕМ НАБЛЮДЕНИИ ЗА ПАЦИЕНТАМИ.....	61
Д.О. Румянцев, Г.А. Айрапетов, А.А. Воротников СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ ПЛАСТИЧЕСКОГО ЗАМЕЩЕНИЯ ДЕФЕКТОВ МЯГКИХ ТКАНЕЙ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ НА ФОНЕ ХРОНИЧЕСКОГО ОСТЕОМИЕЛИТА	69
И.С. Чумаченко, Р.А. Мурашко, А.А. Кешабян ИНТРАОПЕРАЦИОННАЯ ЛУЧЕВАЯ ТЕРАПИЯ В ЛЕЧЕНИИ РАННЕГО РАКА МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ. ОТ ПРОШЛОГО К БУДУЩЕМУ.....	77
А.В. Голомидов, Е.В. Григорьев, В.Г. Мозес, К.Б. Мозес ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СИНДРОМА ПОЛИОРГАННОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ У НОВОРОЖДЕННЫХ ДЕТЕЙ.....	83
А.В. Матюшкин, А.Х. Мустафин, Д.А. Мамаева ГИГАНТСКИЕ АНЕВРИЗМЫ ПОДКОЛЕННОЙ АРТЕРИИ.....	90

CONTENTS

ORIGINAL ARTICLES

Oleg I. Kit, Dmitry E. Zakondyrin, Andrey A. Grin, Eduard E. Rostorguev, Sergey V. Yundin EXPERIENCE IN THE TREATMENT OF SPINAL TUMORS COMPLICATED BY COMPRESSION OF THE SPINAL CORD AND ITS ROOTS.....	5
Oleg O. Zavorotniy, Evgeny V. Zinoviev, Vladislav G. Volkov, Denis V. Kostyakov, Diana H. Halipaeva, Alexander V. Semiglazov, Tamara Z. Gogohiya COMPARATIVE EVALUATION OF LETHAL OUTCOME PREDICTION METHODS IN SEVERELY BURNED PATIENTS.....	12
Pavel G. Shnyakin, Irina S. Usatova, Aleksey V. Trubkin, Inna A. Kazadaeva SUBARACHNOID HEMORRHAGE DUE TO RUPTURE OF VERY SMALL ANEURYSMS OF THE ANTERIOR PART OF THE CIRCLE OF WILLIS.....	19
Vladimir A. Porhanov, Ivan S. Kazimirov, Zoya G. Tatarintseva, Vladimir V. Shtraub, Valeria E. Kholodova, Alexander A. Khalafyan FEATURES OF THE COURSE OF CORONAVIRUS INFECTION IN PATIENTS AFTER THORACIC AND CARDIAC SURGERY.....	27
Sergey B. Bazlov, Karina I. Melkonian, Tatiana V. Rusinova, Konstantin I. Popandopulo, Nikolay V. Marchenko, Daniil D. Shevchuk ON THE ISSUE OF OBTAINING PLATELET-RICH PLASMA.....	38

HEALTHCARE ORGANIZATION

Valery T. Korkhmazov, Vladimir I. Perkhov AVAILABILITY OF SPECIALIZED MEDICAL CARE IN CASES OF SEVERE HEAD INJURIES DURING THE COVID-19 PANDEMIC.....	44
--	----

CASE REPORTS

Anton I. Beliy, Evgeny S. Suslov, Vitaliy V. Efimov, Aleksey N. Fedorchenko SCOPE OF ENDOVASCULAR SURGERY IN CORRECTION OF STENOTIC LESIONS OF THE INTERNAL CAROTID ARTERY IN COMPLEX ANATOMIC CONDITIONS.....	53
---	----

REVIEWS

Darya O. Kardailskaya, Elena I. Zyblova, Vladimir A. Porhanov, Igor N. Pronin, Natalya E. Zakharova THE ROLE OF MAGNETIC RESONANCE ANGIOGRAPHY IN THE INTRACRANIAL ANEURYSM TREATMENT ASSESSMENT AND THE FOLLOW-UP OF THE PATIENTS.....	61
Dmitry O. Rummyantsev, Georgy A. Airapetov, Alexander A. Vorotnikov THE CURRENT STATE OF THE PROBLEM OF SOFT TISSUE DEFECTS REPLACEMENT IN THE LOWER EXTREMITIES IN CONDITIONS OF CHRONIC OSTEOMYELITIS.....	69
Igor S. Chumachenko, Roman A. Murashko, Arthur A. Keshabyan INTRAOPERATIVE RADIATION THERAPY IN THE TREATMENT OF BREAST CANCER. FROM THE PAST TO THE FUTURE.....	77
Alexander V. Golomidov, Evgeny V. Grigoriev, Vadim G. Moses, Kira B. Moses MULTIPLE ORGAN DYSFUNCTION SYNDROME PREDICTION IN NEWBORN CHILDREN.....	83
Andrey V. Matyushkin, Aidar Kh. Mustafin, Darya A. Mamaeva GIANT POPLITEAL ARTERY ANEURYSM.....	90



Опыт лечения опухолей позвоночника, осложненных компрессией спинного мозга и его корешков

© О.И. Кит¹, Д.Е. Закондырин^{2,3*}, А.А. Гринь²,
Э.Е. Росторгуев¹, С.В. Юндин³

¹ Национальный медицинский исследовательский центр онкологии, Ростов-на-Дону, Россия

² Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского, Москва, Россия

³ Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова, Москва, Россия

* Д.Е. Закондырин, НИИ СП им. Н.В. Склифосовского, 129090, Москва, Большая Сухаревская пл., 3, russiandoctor@mail.ru

Поступила в редакцию 2 декабря 2021 г. Исправлена 12 января 2022 г. Принята к печати 19 января 2022 г.

Резюме

Цель исследования: Улучшение результатов лечения опухолей позвонков с компрессией невралгических структур путем анализа имеющегося у авторов опыта.

Материал и методы: В исследование включен 151 больной с первичными и метастатическими опухолями позвоночника из числа оперированных в нейрохирургических отделениях трех крупных медицинских учреждений в период с 01.01.2014 по 31.12.2020 г.

Результаты: Большинству пациентов были проведены паллиативные вмешательства. Радикальная операция (краевая или широкая резекция опухоли) выполнена 8 (5%) больным. Хирургическое вмешательство как единственный метод лечения применялось у 75 (50%) человек, комбинированное лечение было использовано у 42 (28%), комплексное – у 34 (22%). Ближайшие результаты лечения у 91% пациентов характеризовались отсутствием отрицательной динамики в неврологическом статусе и у 50% больных положительной динамикой в функциональном состоянии. Среди пациентов со злокачественными опухолями и прослеженным катамнезом годовичная выживаемость составила 66%, трехлетняя – 52%, пятилетняя – 47%. Медиана общей выживаемости составила 12,8 мес., медиана бессобытийной выживаемости – 12,55 мес.

Заключение: Применение нерадикальных вмешательств в хирургии опухолей позвонков с компрессией невралгических структур расширяет возможности минимизации операционной травмы при сохранении неврологического и улучшении функционального статуса пациента.

Ключевые слова: опухоли позвоночника, спинной мозг, тактика лечения, выживаемость

Цитировать: Кит О.И., Закондырин Д.Е., Гринь А.А., Росторгуев Э.Е., Юндин С.В. Опыт лечения опухолей позвоночника, осложненных компрессией спинного мозга и его корешков. *Инновационная медицина Кубани*. 2022;(1):5–11. <https://doi.org/10.35401/2500-0268-2022-25-1-5-11>

Experience in the treatment of spinal tumors complicated by compression of the spinal cord and its roots

© Oleg I. Kit¹, Dmitry E. Zakondyrin^{2,3*}, Andrey A. Grin²,
Eduard E. Rostorguev¹, Sergey V. Yundin³

¹ National Medical Research Centre for Oncology, Rostov-on-Don, Russian Federation

² Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine, Moscow, Russian Federation

³ Moscow State University of Medicine and Dentistry, Moscow, Russian Federation

* Dmitry E. Zakondyrin, Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine, 3, Bolshaya Sukharevskaya sq., Moscow, 129090, russiandoctor@mail.ru

Received: December 2, 2021. Received in revised form: January 12, 2022. Accepted: January 19, 2022.

Abstract

Objective: Improvement of the results of treatment of vertebral tumors with neural compression by means of analyzing the authors' experience.

Material and methods: The study included 151 patients with primary and metastatic vertebral tumors, operated in the neurosurgical departments of three large medical institutions from 01.01.2014 to 31.12.2020.

Results: Most of the patients underwent palliative interventions. Radical surgery (marginal or wide resection of the tumor) was performed in 8 (5%) patients. Surgical treatment as the only method of treatment was used in 75 (50%) cases, combined treatment was used in 42 (28%) people, complex treatment – in 34 (22%). The immediate results of treatment of 91% of patients were characterized by the absence of negative dynamics in the neurological status and in 50% of cases by positive dynamics in the functional state. Among patients with malignant tumors and a traced catamnesis, the one-year survival rate was 66%, three-year – 52%, five-year – 47%. The median overall survival rate was 12.8 months, the median event-free survival rate was 12.55 months.

Conclusion: The use of non-radical interventions in the surgery of vertebral tumors with neural compression expands the possibilities of minimizing surgical trauma, while maintaining the neurological and improving the functional status of the patient.



Keywords: spinal tumors, spinal cord, treatment tactics, survival rate

Cite this article as: Kit O.I., Zakondyrin D.E., Grin A.A., Rostorguev E.E., Yundin S.V. Experience in the treatment of spinal tumors complicated by compression of the spinal cord and its roots. *Innovative Medicine of Kuban.* 2022;(1):5–11.

<https://doi.org/10.35401/2500-0268-2022-25-1-5-11>

Введение

Опухоли позвонков как причина сдавления спинного мозга и его корешков стоят на 3-м месте после дегенеративно-дистрофических заболеваний и травм позвоночника. Встречаются с частотой 2,5–8,5 случаев на 100 тыс. населения в течение 1 года [1–4]. Большинство специалистов (неврологов, травматологов-ортопедов, нейрохирургов) не склонны рассматривать их как возможную причину болей в спине, считая крайне редкой патологией, что приводит к отсроченной постановке правильного диагноза и неоправданному выбору консервативного лечения. Современный хирургический метод обеспечивает локальный контроль за распространением опухоли, декомпрессию невралжных структур и ликвидацию нестабильности позвоночного столба. Удаление опухоли путем en-bloc резекции продолжает оставаться «золотым стандартом» хирургического лечения инвазивно растущей опухоли позвонка [5], но практика показывает невозможность ее выполнения в большинстве случаев. Вмешательство провоцирует высокий процент послеоперационных осложнений, сопровождается большой интраоперационной кровопотерей и не дает 100%-й гарантии отсутствия рецидивирования новообразования.

По мнению S. Boriani, резекция en-bloc должна применяться при доброкачественных опухолях 3-й стадии (с агрессивным ростом, например остеобластомах и гигантоклеточных опухолях), злокачественных опухолях низкой степени злокачественности (IA и IB) (например, хондроме и хондросаркоме), а при злокачественных опухолях IIA и B (например, остеосаркоме и саркоме Юинга) она не имеет преимуществ перед лучевой и химиотерапией [6]. В последние годы отмечается тенденция отказа от радикальных операций в пользу малоинвазивных методик, направленных на декомпрессию невралжных структур в комбинации с адьювантными методами [7–9]. По данным A.C. Disch и соавт., более 80% хирургических вмешательств при опухолях позвоночника носят паллиативный характер [10]. Рациональное уменьшение радикальности удаления новообразования за счет комбинации хирургического лечения и лучевой терапии (в том числе современных конформных методик), а в ряде случаев и химиотерапии становится трендом спинальной онкологии.

Целью исследования являлось улучшение результатов лечения опухолей позвонков, компримирующих структуры позвоночного канала, путем анализа имеющегося у авторов опыта.

Материал и методы

В исследование включен 151 больной с первичными и вторичными опухолями позвоночника, в том числе с доброкачественными новообразованиями – 25 (16%), метастатическими опухолями – 98 (65%), гемобластомами – 16 (11%) и первичными злокачественными опухолями (саркома и хордома) – 12 (8%). Пациенты были оперированы в период с 01.01.2014 по 31.12.2020 г. в нейрохирургических отделениях трех крупных медицинских учреждений: отделении нейроонкологии Национального медицинского исследовательского центра онкологии, отделении неотложной нейрохирургии Научно-исследовательского института скорой помощи им. Н. В. Склифосовского, отделении нейрохирургии Клинического медицинского центра Московского государственного медико-стоматологического университета им. А.И. Евдокимова. Из исследования исключены больные, которым выполнялись только перкутанные вмешательства, а также не имевшие данных за опухолевую компрессию невралжных структур позвоночного канала. Всем пациентам при поступлении выполняли компьютерную томографию органов грудной клетки, брюшной полости и малого таза, а также магнитно-резонансную томографию пораженного отдела позвоночного столба.

Средний возраст больных составил $52,9 \pm 1,2$ года. Среди пациентов незначительно преобладали женщины (53,6%). Наличие анамнестических данных за опухоль позвоночника или злокачественную экстравертебральную опухоль отмечено у 55 (37%) больных, у 96 (63%) пациентов диагноз новообразования (в том числе экстравертебрального) был поставлен впервые. В группе больных с ранее выявленной опухолью позвоночника у 89% пациентов поражение носило вторичный характер, в группе впервые выявленных опухолей вторичные поражения позвонков отмечены у 68% больных.

Клиническая картина заболевания у пациентов была представлена следующими симптомами: болевой синдром – у 145 (96%) пациентов, двигательные нарушения – у 70 (46%), нарушения чувствительности – у 76 (50%), расстройство функции тазовых органов – у 32 (21%). Для оценки неврологического статуса и состояния пациентов использовались шкалы Frankel и Karnofsky. В дооперационном периоде средний балл среди всех пациентов по шкале Karnofsky составил $65,60 \pm 0,98$. Среди 81 пациента с двигательными нарушениями к группе D по Frankel отнесены 34 (22%) человека, к группе C – 23 (15%), к группам A и B – 13 (9%).

Стабильность позвоночного столба оценивали по шкале SINS: умеренная нестабильность (от 7 до 12 баллов) выявлена у 87 (58%) больных, выраженная (более 13 баллов) – у 2 (1%). Согласно шкале эпидуральной компрессии (ESCC) 1а–1с степень наблюдалась у 57 (38%) пациентов, 2-я степень – у 39 (26%), 3-я степень – у 39 (26%), у 16 (10%) отмечалась только компрессия корешков спинного мозга.

Локализацию опухоли в пределах позвонка оценивали с использованием шкалы Weinstein–Boriani–Biagini. Преобладали пациенты с передней – 65 (43%) и переднебоковой – 31 (20%) локализацией опухоли; изолированное поражение задних структур отмечалось у 10 (7%) больных; гемивертебральное, субтотальное и тотальное поражение позвонка – у 45 (30%).

Всем больным выполнено хирургическое лечение, представленное двумя типами вмешательств: резекционными и декомпрессивно-стабилизирующими. Объем резекционных вмешательств варьировал от циторедуктивного удаления до широкой резекции новообразования, дополненных в ряде случаев декомпрессией позвоночного канала и стабилизацией позвоночного столба. Хирургические вмешательства у 9 (6%) пациентов выполняли по поводу ранее оперированных новообразований позвоночника. В зависимости от результатов гистологического исследования комиссионно принималось решение о целесообразности комбинированного или комплексного лечения. Катамнез на момент публикации данных исследования прослежен у 107 (70%) пациентов.

Все необходимые данные пациентов фиксировались в электронной базе данных Microsoft Excel, после чего проводили их анализ в программе Statistica 7.0. Для каждой группы показателей определяли тип распределения данных (построение гистограмм по критерию согласия Колмогорова – Смирнова). Если применение критерия показывало нормальное распределение данных, для описания использовалось среднее, ошибка среднего ($M \pm m$). При отличии распределения

от нормального закона для описания использовались значения медианы 1-го и 3-го квартилей ($Me [Q1; Q2]$), а при дальнейшем сравнении групп – методы непараметрической статистики. Сравнение независимых групп было выполнено с использованием критерия Манна – Уитни. Пороговый уровень значимости при проверке статистических гипотез принимался равным 0,05. Общую и бессобытийную выживаемость оценивали методом Kaplan–Meier.

Результаты

Выполнено 178 операций по поводу основной патологии и 15 оперативных вмешательств по поводу послеоперационных осложнений. Резекцию опухолевой ткани провели 140 (93%) больным (167 операций), декомпрессивно-стабилизирующие вмешательства с биопсией новообразования – 11 (7%) пациентам (11 операций). В таблице 1 проанализированы выполненные оперативные вмешательства по объему удаленной опухоли.

При резекционных оперативных вмешательствах продолжительность операции составляла 225 [145; 325] мин, а интраоперационная кровопотеря – 500 [200; 900] мл. Большинство больных, а именно 133 (80%), были прооперированы с использованием только заднего подхода, 26 (15%) – передних доступов, в том числе торакоскопических, у 6 (4%) пациентов были применены оба подхода в виде двухэтапных вмешательств, у 2 (1%) – оба подхода, но во время одного оперативного вмешательства.

При декомпрессивно-стабилизирующих вмешательствах продолжительность операции составила 125 [92,5; 270] мин, а интраоперационная кровопотеря – 300 [175; 1000] мл. В данной группе больных во всех случаях использовали задний доступ.

Парный тест Манна – Уитни не выявил достоверных различий в продолжительности операции и интраоперационной кровопотере между группами резекционных и декомпрессивно-стабилизирующих вмешательств.

Таблица 1
Объем резекции опухолевой ткани у оперированных пациентов

Table 1
Volume of tumor tissue resection in operated patients

Радикальность оперативного вмешательства	Объем операции				Всего
	резекция опухоли	+ декомпрессия позвоночного канала	+ стабилизация позвоночника	+ декомпрессия позвоночного канала + стабилизация позвоночника	
Биопсия	–	–	–	11	11
Циторедуктивное удаление*	19	9	31	53	112
Внутриопухолевая резекция	–	18	–	29	47
Краевая резекция	–	1	–	5	6
Широкая резекция	–	0	–	2	2
Итого	19	28	31	100	178

Примечание: * – циторедуктивное удаление подразумевает резекцию максимально возможного объема опухоли

Note: * – cytoreductive removal implies the resection of the maximum possible tumor volume

Таблица 2
Частота интра- и послеоперационных осложнений
Table 2
Frequency of intra- and postoperative complications

Виды осложнений	Частота встречаемости среди выполненных оперативных вмешательств (n = 178)
<i>Интраоперационные</i>	
Повреждение твердой мозговой оболочки	13 (7%)
Асимптомная мальпозиция педикулярных винтов	11 (6%)
Повреждение плевры	3 (1,6%)
Симптомная мальпозиция металлоконструкций	2 (1%)
Повреждение позвоночной артерии	1 (0,5%)
Ошибка уровнем	1 (0,5%)
<i>Послеоперационные</i>	
Появление двигательных нарушений	9 (5%)
Нарастание двигательных нарушений	5 (2,8%)
Гнойно-некротические осложнения	6 (3,4%)
Раневая ликворея	5 (2,8%)
Гидроторакс	3 (1,6%)
Тромбоэмболия легочной артерии	2 (1%)
Изолированные чувствительные нарушения по типу радикулопатии	1 (0,5%)
Изолированные тазовые нарушения	1 (0,5%)
Парез подъязычного нерва	1 (0,5%)
Сегментарная нестабильность	1 (0,5%)

Интра- и послеоперационные осложнения

У пациентов наблюдались различные интраоперационные и послеоперационные осложнения, частота которых представлена в таблице 2.

В раннем послеоперационном периоде по поводу послеоперационных осложнений были оперированы 13 (9%) пациентов. Им выполнили 15 оперативных вмешательств: переустановку или удаление

металлоконструкций (6), ревизию и дренирование плевральной полости (2), ревизию и приточно-отточное дренирование послеоперационной раны (6), установку люмбального дренажа (1). У двух пациентов выполнены по 2 ревизионных вмешательства в связи с нагноением послеоперационной раны.

Тактика лечения

Кроме хирургического лечения наиболее широко применялись методы химиотерапии, дистанционной гамма-терапии, а также терапия бифосфонатами при метастатической природе опухолей позвонков и гемобластозах. Таргетная терапия первичной опухоли использована у 9 пациентов. Гормонотерапия входила в состав комплексного лечения у 4 больных. Иммунотерапия перед операцией проводилась 3 пациентам с метастазами рака почки и меланомы.

Распределение пациентов по тактике лечения, согласно имеющимся у авторов данным на момент написания статьи, приведено в таблице 3.

Динамика состояния и выживаемость больных

Ближайшие результаты лечения пациентов представлены в таблице 4.

Отрицательная динамика в неврологическом статусе в раннем послеоперационном периоде отмечалась у 14 (9%) пациентов, что проявлялось ухудшением функционального состояния. Во всех случаях она являлась следствием послеоперационных осложнений: у 8 больных – развитием двигательных нарушений у неврологически интактных пациентов, у 4 – усугублением имеющегося неврологического дефицита, 2 пациента скончались в раннем послеоперационном периоде. Ухудшение функционального статуса без неврологических нарушений в послеоперационном периоде отмечено у одной пациентки вследствие развития двустороннего гидроторакса с дыхательной недостаточностью на фоне распространенных висцеральных метастазов.

Наиболее длительный безрецидивный период отмечался у пациентки с гистиоцитомой крестца –

Таблица 3
Распределение пациентов по тактике лечения
Table 3
Distribution of patients according to treatment tactics

	Ранее выявленная опухоль (n = 55)	Впервые выявленная опухоль (n = 96)	Всего
Неoadъювантная лучевая терапия	31	1	32
Неoadъювантная лекарственная терапия	43	1	44
Адъювантная лучевая терапия	8	7	15
Адъювантная лекарственная терапия	23	25	48
Комбинированная терапия	21	21	42
Комплексная терапия	29	5	34

Таблица 4

Распределение пациентов по динамике состояния в раннем послеоперационном периоде

Table 4

Distribution of patients according to the state dynamics in the early postoperative period

Оценка состояния	Положительная динамика	Без динамики	Отрицательная динамика	Всего
По шкале Frankel	29 (19%)	108 (72%)	14 (9%)	151 (100%)
По шкале Karnofsky	75 (50%)	15 (10%)	61 (40%)	151 (100%)

180 мес. У пациентов с метастатическими опухолями его продолжительность составила 10,9 [6; 22,9] мес., у больных с первичными злокачественными опухолями – 41,1 [12,6; 53,6] мес., однако разница не была статистически достоверной.

Среди 107 больных (96 – со злокачественными опухолями, 11 – с доброкачественными) с известным ка-тамнезом продолжительность наблюдения за пациен-том составила 13,7 [7,5; 33,8] мес. На момент публика-ции данных исследования были живы 54 пациента, 53 скончались. Среди умерших 52 пациента имели первич-ные и вторичные злокачественные опухоли, в том числе 2 пациента, скончавшихся в раннем послеоперацион-ном периоде на фоне послеоперационных осложнений (тромбоэмболии легочной артерии). Одна пациентка, оперированная по поводу липомы крестца, погибла от причин, не связанных с опухолью позвоночника.

Динамика общей и бессобытийной выживаемости по выборке больных, оперированных по поводу пер-вичных и вторичных злокачественных опухолей поз-вонков (96 человек), представлена на рисунках 1 и 2. Медиана общей выживаемости составила 12,8 мес., медиана бессобытийной выживаемости – 12,55 мес. Годичная выживаемость составила 66%, трехлетняя – 52%, пятилетняя – 47%. Таким образом, большинство умерших пациентов скончались в течение первого

года наблюдения. В течение первых 12 месяцев умер-ли 36 пациентов (все с метастатическими опухолями и гемобластомами). В течение 3 лет погибли 50 боль-ных: 49 – с вторичными злокачественными опухолями и 1 больной с первичной злокачественной опухолью. В течение следующих двух лет погибли еще 2 пациен-та с метастатическими опухолями.

Обсуждение результатов

Целями лечения пациента с опухолью позвоноч-ника, сдавливающей структуры позвоночного канала, являются: декомпрессия нервных структур для улуч-шения функционального и неврологического статуса больного и достижение локального контроля новооб-разования.

Возможность радикального удаления опухоли позвонка напрямую связана с ее расположением. Большинство пациентов (63%) в исследовании имели переднюю и переднебоковую локализацию новообра-зования, что ожидаемо вызывало технические сложно-сти его тотального удаления. Применение en-bloc спон-дилэктомии с удалением опухоли в пределах здоровых тканей сопряжено с техническими сложностями, кро-вопотерей и высокой частотой послеоперационных ос-ложнений (до 76,5% случаев) [11, 12]. Использование преимущественно заднего доступа (в 80% случаев)

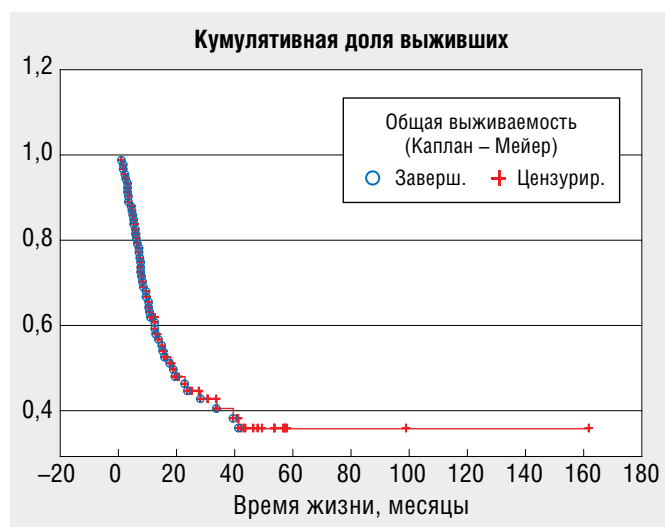


Рисунок 1. Общая выживаемость больных (в месяцах), оперированных по поводу злокачественных опухолей позвонков

Figure 1. Overall survival of patients (in months) after vertebrae malignant tumor operation

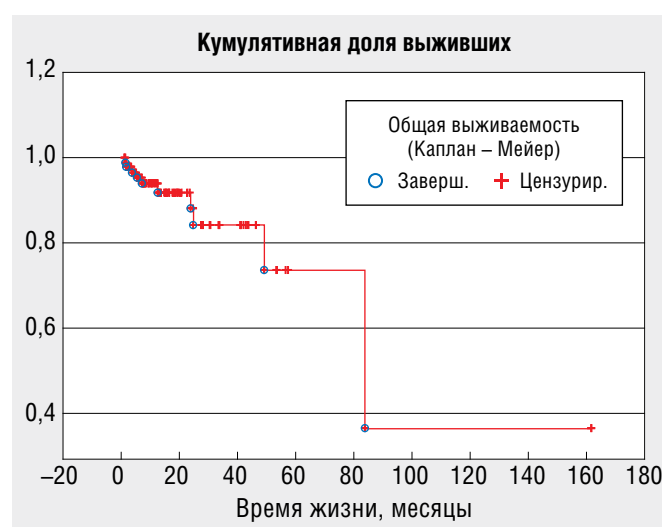


Рисунок 2. Бессобытийная выживаемость больных (в месяцах), оперированных по поводу злокачественных опухолей позвонков

Figure 2. Event-free survival of patients (in months) after vertebrae malignant tumor operation

и циторедуктивного удаления (в 67% операций) обеспечило допустимый уровень интраоперационной кровопотери (до 1000 мл) в более чем 80% оперативных вмешательств и отсутствие значимых послеоперационных осложнений у 91% пациентов.

Ближайшие результаты лечения пациентов характеризовались в 91% случаев отсутствием отрицательной динамики в неврологическом статусе и у 50% больных положительной динамикой в функциональном состоянии. Послеоперационное появление или углубление неврологического дефицита во всех случаях было причиной стойкой отрицательной динамики одновременно в функциональном состоянии и неврологическом статусе больных.

При вторичных злокачественных новообразованиях позвонков продолжительность жизни больного зависит от природы и распространенности экстравертебральной злокачественной опухоли, что позволяет с известной степенью точности оценить прогностические шкалы. Лишь в двух случаях гибель больных очевидно не была связана с наличием у них злокачественной опухоли, а явилась следствием послеоперационного осложнения – тромбоэмболии легочной артерии.

В данном исследовании прогностическая ценность комплекса использованных прогностических шкал составила около 70%. Именно с такой точностью удалось спрогнозировать продолжительность жизни пациентов с вторичными злокачественными новообразованиями в течение первого года после операции. Лишь 70% пациентов с плохим (ожидаемая продолжительность жизни до 6 месяцев) и промежуточным (ожидаемая продолжительность жизни до 1 года) прогнозом погибли в течение 12 месяцев после операции. Годичная выживаемость больных со злокачественными опухолями позвонков составила 66%.

Среди погибших за весь период наблюдения был только один пациент с первичной злокачественной опухолью. Ожидаемая продолжительность жизни этих больных не оценивалась ввиду отсутствия разработанных инструментов для такого анализа, но очевидно, что она выше, чем у пациентов с вторичными злокачественными опухолями, и существенно превышает 12 месяцев. Для данной группы больных отмечена тенденция к локальному рецидивированию. Из 12 оперированных больных (во всех случаях выполнено внутриопухолевое удаление) у 5 (42%) наблюдался проложенный рост новообразования, в то время как у больных с вторичными опухолевыми поражениями неудовлетворительный локальный контроль отмечен лишь в 11 (11%) случаях.

Заключение

При лечении пациентов с опухолевыми поражениями позвоночника и сдавлением спинного мозга

и его корешков важным является сохранение качества жизни больного. Выбор в пользу нерадикальных вмешательств (особенно у больных с вторичными злокачественными опухолями) позволяет сократить объем интраоперационной кровопотери и предупредить развитие послеоперационных осложнений, требующих повторных вмешательств. Принятие решения о циторедуктивном удалении опухоли в комбинации с декомпрессией позвоночного канала и стабилизацией позвоночного столба значительно расширяет возможности минимизации операционной травмы при сохранении неврологического и улучшения функционального статуса пациента.

Литература/References

1. Заборовский Н.С., Пташников Д.А., Топузов Э.Э. и др. Эпидемиология опухолей позвоночника у пациентов, получивших специализированную ортопедическую помощь. *Травматология и ортопедия России*. 2019;25(1):104–112. <https://doi.org/10.21823/2311-2905-2019-25-1-104-112>
Zaborovsky NS, Ptashnikov DA, Topuzov EE, et al. Spine Tumor Epidemiology in Patients who Underwent Orthopedic Surgery. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2019;25(1):104–112. <https://doi.org/10.21823/2311-2905-2019-25-1-104-112>. (In Russ.).
2. Порханов В.А., Басанкин И.В., Афаунов А.А. и др. Пути оптимизации оказания вертебрологической помощи в крупном регионе Российской Федерации. *Хирургия позвоночника*. 2020;17(4):94–101. <https://doi.org/10.14531/ss2020.4.94-101>
Porhanov VA, Basankin IV, Afaunov AA, et al. Ways to optimize providing of spine healthcare in a large region of the Russian Federation. *Spine Surgery*. 2020;17(4):94–101. <https://doi.org/10.14531/ss2020.4.94-101>. (In Russ.).
3. Dreghorn CR, Newman RJ, Hardy GJ. Primary tumours of the axial skeleton. Experience of the Leeds Regional Bone Tumour Registry. *Spine*. 1990;15(2):137–140. PMID: 2326708. <https://doi.org/10.1097/00007632-199002000-00018>
4. Кит О.И., Баязин-Парфенов И.В., Баязина Е.В. и др. Опухоли, проникающие в полость черепа и позвоночный канал. *Цитологическая, морфологическая и иммуногистохимическая диагностика опухолей центральной нервной системы*. Новочеркасск: Лик, 2015:156.
Kit OI, Balyazin-Parfenov IV, Balyazina EV, et al. Tumors penetrating into the cranial cavity and spinal canal. *Cytological, morphological and immunohistochemical diagnostics of tumors of the central nervous system*. Novocherkassk: Lik, 2015:156. (In Russ.).
5. Мусаев Э.Р. Первичные опухоли позвоночника: обзор литературы. *Практическая онкология*. 2010;11(1):19–24.
Musaev ER. Primary spine tumors. Literature review. *Practical oncology*. 2010;11(1):19–24. (In Russ.).
6. Boriani S, Weinstein JN, Biagini R. Primary bone tumors of the spine. Terminology and surgical staging. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1997;22:1036–1044. PMID: 9152458. <https://doi.org/10.1097/00007632-199705010-00020>
7. Deng Z, Xu B, Jin J. Strategies for Management of Spinal Metastases: A Comprehensive Review. *Cancer Translational Medicine*. 2015;1(3):94–100. <https://doi.org/10.4103/2395-3977.159536>
8. Conti A, Acker G, Kluge A. Decision Making in Patients with Metastatic Spine. The Role of Minimally Invasive Treatment Modalities. *Frontiers in oncology*. 2019;9:915. PMID: 31608228. <https://doi.org/10.3389/fonc.2019.00915>

9. Barzilai O, Robin AM, O'Toole JE. Minimally Invasive Surgery Strategies: Changing the Treatment of Spine Tumors. *Neurosurg Clin N Am.* 2020;31(2):201–209. PMID: 32147011. PMCID: PMC7703710. <https://doi.org/10.1016/j.nec.2019.11.003>

10. Disch AC, Kleber C, Redemann D. Current surgical strategies for treating spinal tumors: Results of a questionnaire survey among members of the German Spine Society (DWG). *Eur J Surg Oncol.* 2020;46(1):89–94. PMID: 31506180. <https://doi.org/10.1016/j.ejso.2019.08.019>

11. Araujo AO, Narazaki DK, Jacobsen Teixeira WG, et al. En bloc vertebrectomy for the treatment of spinal lesions. Five years of experience in a single institution: a case series. *Clinics (Sao Paulo).* 2018;73:e95. PMID: 29723344. PMCID: PMC5910632. <https://doi.org/10.6061/clinics/2018/e95>

12. Басанкин И.В., Порханов В.А., Тахмязян К.К. и др. Гигантоклеточная опухоль грудного отдела позвоночника. Клинический случай эффективной радикальной спондилэктомии трех позвонков. *Инновационная медицина Кубани.* 2017;6(2):27–33.

Basankin IV, Porhanov VA, Takhmazyan KK, et al. Giant cell tumor of thoracic spine. A clinical case of efficient radical spondylectomy of three vertebral bodies. *Innovative Medicine of Kuban.* 2017;6(2):27–33. (In Russ.).

Сведения об авторах

Кит Олег Иванович, д. м. н., профессор, член-корреспондент РАН, генеральный директор Национального медицинского исследовательского центра онкологии; заведующий кафедрой онкологии, Ростовский государственный медицинский университет; главный внештатный специалист-онколог Южного федерального округа (Ростов-на-Дону, Россия). <https://orcid.org/0000-0003-3061-6108>

Закондырин Дмитрий Евгеньевич, к. м. н., научный сотрудник научного отдела неотложной нейрохирургии, Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского; врач-нейрохирург отделения нейрохирургии Клинического медицинского центра, Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова (Москва, Россия). <https://orcid.org/0000-0002-0925-415X>

Гринь Андрей Анатольевич, д. м. н., заведующий научным отделом неотложной нейрохирургии, Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского; профессор кафедры нейрохирургии и нейрореанимации, Московский государственный меди-

ко-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова; главный внештатный специалист-нейрохирург департамента здравоохранения г. Москвы (Москва, Россия). <https://orcid.org/0000-0003-3515-8329>

Росторгуев Эдуард Евгеньевич, к. м. н., заведующий отделением нейроонкологии, Национальный медицинский исследовательский центр онкологии (Ростов-на-Дону, Россия). <https://orcid.org/0000-0003-2937-0470>

Юндин Сергей Викторович, к. м. н., заведующий отделением нейрохирургии Клинического медицинского центра, Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова (Москва, Россия). <https://orcid.org/0000-0001-6382-5622>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Author credentials

Oleg I. Kit, Dr. Sci. (Med.), Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, General Director of National Medical Research Center for Oncology; Head of the Oncology Department, Rostov State Medical University; Chief Freelance Oncologist of the Southern Federal District (Rostov-on-Don, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0003-3061-6108>

Dmitry E. Zakondyrin, Cand. Sci. (Med.), Research Fellow of the Scientific Department of Emergency Neurosurgery of Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine; Neurosurgeon, Neurosurgery Department of Clinical Medical Centre, Moscow State University of Medicine and Dentistry (Moscow, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0002-0925-415X>

Andrey A. Grin, Dr. Sci. (Med.), Head of the Scientific Department of Emergency Neurosurgery of Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine; Professor of Neurosurgery and Neuroresuscitation Department, Moscow State University of Medicine and Dentistry; Chief Freelance Neurosurgeon of the Moscow Healthcare Department (Moscow, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0003-3515-8329>

Eduard E. Rostorguev, Cand. Sci. (Med.), Head of the Department of Neuro-oncology, National Medical Research Center for Oncology (Rostov-on-Don, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0003-2937-0470>

Sergey V. Yundin, Cand. Sci. (Med.), Head of the Neurosurgery Department of Clinical Medical Centre, Moscow State University of Medicine and Dentistry (Moscow, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0001-6382-5622>

Conflict of interest: none declared.



Comparative evaluation of lethal outcome prediction methods in severely burned patients

© Oleg O. Zavorotniy^{1,2*}, Evgeny V. Zinoviev¹, Vladislav G. Volkov¹, Denis V. Kostyakov^{1,2}, Diana H. Halipaeva¹, Alexander V. Semiglazov¹, Tamara Z. Gogohiya¹

¹ Saint-Petersburg I. I. Dzhanelidze Research Institute of Emergency Medicine, Saint-Petersburg, Russian Federation

² Saint-Petersburg State University, Saint-Petersburg, Russian Federation

* Oleg O. Zavorotniy, Saint-Petersburg I. I. Dzhanelidze Research Institute of Emergency Medicine, 3, Budapeshtskaya str., Saint-Petersburg, 192242, o.zavorotniy@hotmail.com

Received: January 19, 2022. Received in revised form: February 15, 2022. Accepted: February 21, 2022.

Abstract

Background: Regarding burn injury there are many approaches to assessing the possibility of death in severely burned patients. Despite the ease of use and the maximum prevalence of existing models, the assessment of the outcome in each of them is questionable, since the emphasis in different indices is on different indicators, avoiding the overall clinical picture of the disease.

Objective: Comparative analysis of the effectiveness of methods for predicting a lethal outcome in patients with extensive skin burns.

Material and methods: Calculated characteristics of known in the literature and widely used Baux rules, Frank index, probit analysis and a new method of logistic regression were obtained and applied to evaluate the results of treatment of 282 adult patients with extensive skin burns, hospitalized in the Department of Anesthesiology and Intensive Care of the Thermal Injuries Unit, Saint-Petersburg I. I. Dzhanelidze Research Institute of Emergency Medicine in the period 2015–2021.

Results: During the study a descriptive characteristic of methods for predicting a lethal outcome was obtained. Based on the data obtained, four-field contingency tables were compiled and a comparative analysis of the effectiveness of the models was carried out.

Conclusion: Despite the high frequency of use of such forecasting methods as the Baux score, the Frank index and probit analysis in the combustiologic practice, the results of the calculation indicate that these methods have low efficiency: the Baux score method accuracy of a lethal outcome prediction is 49.7%, the Frank index method – 41.5%, probit analysis method – 60%. The logistic regression model developed by us showed high efficiency compared to those presented earlier (the accuracy of predicting a lethal outcome was 93%), which gives grounds for recommending it for practical application.

Keywords: skin burns, forecast, logistic regression, Baux score, Frank index, probit analysis, burn disease, fatal outcome

Cite this article as: Zavorotniy O.O., Zinoviev E.V., Volkov V.G., Kostyakov D.V., Halipaeva D.H., Semiglazov A.V., Gogohiya T.Z. Comparative evaluation of lethal outcome prediction methods in severely burned patients. *Innovative Medicine of Kuban.* 2022;(1):12–18. <https://doi.org/10.35401/2500-0268-2022-25-1-12-18>

Сравнительная оценка методов прогнозирования летального исхода тяжелообожженных

© О.О. Заворотний^{1,2*}, Е.В. Зиновьев¹, В.Г. Волков¹, Д.В. Костяков^{1,2}, Д.Х. Халипаева¹, А.В. Семиглазов¹, Т.З. Гогохия¹

¹ Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И.И. Джанелидзе, Санкт-Петербург, Россия

² Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

* О.О. Заворотний, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И.И. Джанелидзе, 192242, Санкт-Петербург, ул. Будапештская, 3, o.zavorotniy@hotmail.com

Поступила в редакцию 19 января 2022. Исправлена 15 февраля 2022 г. Принята к печати 21 февраля 2022.

Резюме

Актуальность: В отношении ожоговой травмы существует множество подходов оценки вероятности летального исхода у тяжелообожженных. Несмотря на простоту использования и максимальную распространенность существующих моделей, оценка исхода в каждой из них вызывает сомнения, поскольку упор в разных индексах идет на различные показатели, не учитывая общую клиническую картину заболевания.

Цель: Сравнительный анализ эффективности методов прогнозирования летального исхода у пациентов с обширными ожогами кожи.

Материал и методы: Получена расчетная характеристика известных в литературе и широко используемых правила Бaux, индекса Frank, пробит-анализа и нового метода логистической регрессии, примененных для оценки результатов лечения 282 взрослых пострадавших с обширными ожогами, госпитализированных в отделение анестезиологии и реанимации отдела термических поражений ГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И.И. Джанелидзе» в период 2015–2021 гг.



Результаты: В ходе исследования получена описательная характеристика методов прогнозирования летального исхода. На основе полученных данных составлены четырехпольные таблицы сопряженности и проведен сравнительный анализ эффективности моделей.

Заключение: Несмотря на высокую частоту использования таких методов прогнозирования в комбустиологической практике, как правило, индексы Баух, Frank и пробит-анализ, результаты расчета свидетельствуют, что данные методики обладают низкой эффективностью: для индекса Баух точность прогнозирования летального исхода – 49,7%, для индекса Frank – 41,5%, для пробит-анализа – 60%. Разработанная нами модель логистической регрессии показала высокую эффективность по сравнению с представленными ранее методами (точность прогнозирования летального исхода составила 93%), что дает основание для ее рекомендации к практическому применению.

Ключевые слова: ожоги кожи, прогноз, логистическая регрессия, правило Баух, индекс Frank, пробит-анализ, ожоговая болезнь, летальный исход

Цитировать: Заворотный О.О., Зиновьев Е.В., Волков В.Г., Костяков Д.В., Халипаева Д.Х., Семиглазов А.В., Гогохия Т.З. Сравнительная оценка методов прогнозирования летального исхода тяжелообожженных. *Инновационная медицина Кубани*. 2022;(1):12–18. <https://doi.org/10.35401/2500-0268-2022-25-1-12-18>

Introduction

Over the past decades the tendencies of assessing the quality of medical care for injured with extensive burns have changed [1]. The paradigm has been altered from staffing departments with healthcare workers and equipment towards the study of hospital mortality, clinical outcomes of diseases and their prediction, as evidenced by most of the current research studies in this field [2, 3]. Considering the high mortality in the Russian Federation when receiving extensive burn injuries equal to 7.9% per one hundred thousand victims, this issue remains relevant in the routine combustiology practice [4].

Regarding burn injury there are many approaches to assessing the fatal outcome possibility in severely burned patients. These methods are based on monitoring the area and depth of the burn, measured in percentage, and the presence of a thermal inhalation injury [5–7]. Some methods used in practice include the physical parameters of patients being treated in the intensive care unit, excluding the pathogenesis and state of burn injury, previous surgical treatment (VAC therapy, wound dressings, cellular technologies) that improve the outcome of treatment [8, 9]. Despite the ease of use and the maximum prevalence of existing models, the assessment of the outcome in each of them is questionable, since the emphasis in different indices is on different indicators, avoiding the overall clinical picture of the disease [10–12].

The developed method of logistic regression with the derivation of the calculation formula, based on a retrospective analysis of the case histories of 330 victims with a burn injury, takes into consideration patient's input data such as age, area and depth of the burn; clinical and biochemical blood parameters, the main parameters of a general urine test, the respiratory function of the body in the form of oxygen concentration in the inhaled mixture, as well as the volume of infusion therapy and an assessment of its effectiveness by the amount of daily diuresis in the first three days of inpatient treatment. This model demonstrated a high predictive value of death and recovery in severely burned patients in 93% and 87% respectively [13]. However, for a more in-depth analysis we compared

this method with the most commonly used models: the Baux score, the Frank index, and probit analysis.

Objective

Analysis of the effectiveness of lethal outcome prediction methods in patients with extensive skin burns.

Material and methods

The work was performed on the basis of a statistical analysis of the results of treatment of 282 adult patients with extensive deep skin burns, hospitalized in the department of anesthesiology and resuscitation of the thermal injury department of the Saint-Petersburg I. I. Dzhanelidze Research Institute of Emergency Medicine in the period 2015–2021, excluding patients whose comorbid condition was complicated by the presence of a confirmed new coronavirus infection COVID-19. The following models were used to determine the probability of death and to compile a comparative characteristic: the Baux score, the Frank index, the probit analysis method, and the logistic regression model. The data obtained were taken into account in the construction of four-field contingency tables for further evaluation of the effectiveness of these methods.

Comparative analysis and construction of four-field contingency tables were carried out in the SPSS Statistics 27.0.1.0 program. The calculation of the logistic regression model was carried out in Microsoft Excel.

Results

When using the Baux score method, the sum of the burn area index calculated in percentage and the parameter of the age of the severely burned person were included in the calculation. According to this forecasting technique, the obtained values were divided into three groups: with values of 100 and above points the prognosis was assessed as unfavorable, with results of 100–75 points the probability of death was 50%, with 75 points and below it was regarded as a high probability of recovery. Table 1 presents the results of a comparative analysis between the two groups – survivors and patients with a fatal outcome.

The results obtained in Table 1 allow us to conclude that the use of the Baux score method in the analysis of two groups of patients leads to a high probability of an inaccurate prediction. Thus, the highest error rate was recorded during the statement of a lethal outcome – 22 patients (29.3%) were discharged for outpatient treatment after a burn disease. With a mortality rate of 50% recovery and unfortunate outcome were 65.7% and 34.3%, respectively, which contradicts an equal distribution in this group. With a favorable prognosis the death rate was 15.2% (16 cases). For further comparison of this method with existing models for predicting lethal outcome in severely burned patients a four-field contingency table was compiled. Values of 75–100 points (50% probability of death) were assigned to the group with an unfavorable prognosis. The data obtained are presented in Table 2.

The data presented in Table 2 allow us to conclude that despite the high predictive value of the Baux score for a favorable prognosis (84.8%), an increased level of error in predicting a lethal outcome in patients with extensive burn injury plays an equally important role. The results of the analysis indicate the dubious effectiveness of the presented model, despite its daily use in domestic practice and abroad.

The Frank index method was used as the second model for predicting the lethal outcome in severely burned patients. During the application of this model the sum of the indicators of the area of a superficial burn and a deep lesion, multiplied by 3, calculated as a percentage, was used. The results were divided into 4 groups:

1) less than 30 units – a favorable prognosis;

2) 30–60 units – a relatively favorable prognosis;

3) 61–90 units – a dubious prognosis;

4) 90 units or more – unfavorable prognosis.

Table 3 presents the results of a comparative analysis between the two groups – survivors and patients with a fatal outcome using the Frank index method.

According to the data presented in Table 3, the following conclusion can be drawn that in two groups of severely burned patients with values of 90 units or more, the probability of recovery and death was 49% and 51%, respectively. When making a dubious forecast, i.e., value of 61–90 units, the ratio of results was 15.1% for patients with an unfavorable prognosis and 84.9% for those who recovered. With a relatively favorable prognosis (values of 30–60 units), the accuracy of the model for survivors was 28.1%, and for patients with a fatal outcome – 71.9%. In the case of predicting a favorable course of burn disease, these indicators were equal to 80% and 20%, respectively. The results of the comparative analysis show the high predictive ability of this model in forecasting a favorable prognosis and at the same time indicate the dubious effectiveness of this index in relation to the lethal outcome. At this stage of the study, it can be concluded that despite the high prevalence of the use of this method in modern combustiology, it is necessary to reconsider its accuracy and validity of application.

For further comparison of this index with existing methods for predicting a lethal outcome in patients with extensive burn injury, a four-field contingency table was constructed with a cutoff of 50%. In the process of building the table, the values of dubious and unfavorable

Table 1
Comparative analysis between two patient samples using the Baux score
Таблица 1

Сравнительный анализ двух образцов пациентов с использованием правила Баух

Prognosis	Outcome of injury, number of patients		Total
	fatal outcome (projected)	survivors (projected)	
Favorable	16 15.2%	89 84.8%	105 100.0%
Lethality 50%	35 34.3%	67 65.7%	102 100.0%
Unfavorable	53 70.7%	22 29.3%	75 100.0%
Total	104 36.9%	178 63.1%	282 100.0%

Table 2
Four-field contingency table for assessing the level of predictability of the Baux score
Таблица 2

Таблица сопряженности для оценки уровня прогнозируемости правила Баух

Outcome	Fatal outcome	Recovery	Model Accuracy
Recovery (projected)	16	89	84.8%
Fatal outcome (projected)	88	89	49.7%

Table 3
Comparative analysis between two patient samples using the Frank index
Таблица 3

Сравнительный анализ двух образцов пациентов с использованием индекса Франка

Prognosis	Outcome of injury, number of patients		Total
	fatal outcome	survivors	
favorable	5 20.0%	20 80.0%	25 100.0%
Relatively favorable	16 28.1%	41 71.9%	57 100.0%
Dubious	8 15.1%	45 84.9%	53 100.0%
Unfavorable	75 51.0%	72 49.0%	147 100.0%
Total	104 36.9%	178 63.1%	282 100.0%

Table 4
Four-field contingency table for assessing the level of predictability of the Frank index
Таблица 4

Таблица сопряженности для оценки уровня прогнозируемости индекса Франка

Outcome	Fatal outcome	Recovery	Model Accuracy
Recovery (projected)	117	83	74.4%
Fatal outcome (projected)	61	21	41.5%

Total, burn area, %	Age																	
	10-14	15-19	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49	50-54	55-59	60-64	65-69	70-74	75-79	80-84	85-89	90-96	
83 and more	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	
78-82	.9	.9	.9	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	
73-77	.8	.8	.8	.9	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	
68-72	.7	.7	.7	.8	.9	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	
63-67	.6	.6	.6	.7	.9	.9	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	
58-62	.5	.5	.5	.6	.8	.9	.9	.9	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	
53-57	.4	.4	.4	.5	.8	.8	.8	.8	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	
48-52	.3	.3	.3	.4	.6	.7	.7	.7	.9	.9	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	
43-47	.3	.3	.3	.3	.5	.5	.6	.6	.8	.8	.9	.9	1.	1.	1.	1.	1.	
38-42	.2	.2	.2	.2	.4	.4	.5	.5	.7	.7	.9	.8	.9	1.	1.	1.	1.	
33-37	.1	.1	.1	.2	.3	.3	.4	.4	.5	.6	.8	.7	.8	1.	1.	1.	1.	
28-32	.1	.1	.1	.1	.2	.2	.3	.3	.4	.5	.6	.6	.7	1.	1.	1.	1.	
23-27	0	0	0	0	.1	.1	.2	.2	.3	.3	.5	.5	.6	.9	.9	1.	1.	
18-22	0	0	0	0	0	0	.1	.1	.2	.2	.3	.3	.5	.7	.8	.9	1.	
13-17	0	0	0	0	0	0	0	.1	.1	.1	.2	.2	.3	.5	.5	.8	1.	
8-12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	.1	.1	.2	.3	.4	.5	.9	
3-7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	.1	.1	.1	.2	.4	.5	
0-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	.1	.1	.1	

Figure 1. Coordinate grid of estimated probability of death for various combinations of age and area of burns

Рисунок 1. Координатная сетка предполагаемой вероятности смерти при различных сочетаниях возраста и площади ожогов

prognosis were combined into the group of lethal outcome, and the favorable and relatively favorable course of burn disease were combined into the group of survivors. The data obtained are presented in Table 4.

Table 5 presents the results of a comparative analysis between the two groups – survivors and patients with a fatal outcome using a probit analysis model.

The results obtained in Table 4 allow us to conclude that the predictive ability of this model is 74.4% for a favorable course of burn disease and 41.5% for severe burns with a fatal outcome. This also confirms the low predictivity of this model in relation to predicting an unfavorable prognosis. Despite the widespread use of this model

in the Russian Federation to determine the probability of death in patients with extensive burn injury, the Frank index has questionable effectiveness and requires further revision and re-evaluation.

The latest domestic development in relation to predicting the death of severely burned patients is the method of probit analysis. The basis of this method was the ratio of the age of the patient with extensive burn injury and the standard Frank index (the sum of the area of the superficial burn and the deep lesion, multiplied by 3, calculated as a percentage). Further, as a result of the probit analysis, a coordination grid was built to determine the probability of a lethal outcome in percentage, shown in Figure 1.

Table 5
Comparative analysis between two patient samples using a probit analysis model
Таблица 5

Сравнительный анализ двух образцов пациентов с использованием модели пробит анализа

Prognosis	Outcome of injury, number of patients		Total
	fatal outcome	recovery	
1	1 5.9%	16 94.1%	17 100.0%
2	0 0%	7 100.0%	7 100.0%
3	0 0%	4 100.0%	4 100.0%
4	0 0%	3 100.0%	3 100.0%
5	2 28.6%	5 71.4%	7 100.0%
6	1 7.7%	12 92.3%	13 100.0%
8	2 50.0%	2 50.0%	4 100.0%
9	0 0%	1 100.0%	1 100.0%
10	0 0%	12 100.0%	12 100.0%
15	3 20.0%	12 80.0%	15 100.0%
20	3 27.3%	8 72.7%	11 100.0%
25	2 20.0%	8 80.0%	10 100.0%
30	2 20.0%	8 80.0%	10 100.0%
35	0 0%	7 100.0%	7 100.0%
40	3 21.4%	11 78.6%	14 100.0%
45	1 14.3%	6 85.7%	7 100.0%
50	5 29.4%	12 70.6%	17 100.0%
55	2 22.2%	7 77.8%	9 100.0%
60	1 20.0%	4 80.0%	5 100.0%
65	8 50.0%	8 50.0%	16 100.0%
70	6 46.2%	7 53.8%	13 100.0%
75	6 54.5%	5 45.5%	11 100.0%
80	6 60.0%	4 40.0%	10 100.0%
85	4 66.7%	2 33.3%	6 100.0%
90	2 50.0%	2 50.0%	4 100.0%
95	1 100.0%	0 0%	1 100.0%
100	43 89.6%	5 10.4%	48 100.0%
Total	104 36.9%	178 63.1%	282 100.0%

Table 6

Four-field contingency table for assessing the level of predictability of the probit analysis model

Таблица 6

Таблица сопряженности для оценки уровня прогнозируемости пробит-анализа

Outcome	Fatal outcome	Recovery	Model Accuracy
Recovery (projected)	20	122	85.9%
Fatal outcome (projected)	84	56	60.0%

The data obtained in Table 5 allow us to conclude that this model is highly effective in predicting both a favorable prognosis and a lethal outcome. In determination of the probability of an unfavorable course of the disease and recovery with minimal values on the coordination grid, the results showed 94.1% and 5.9%, respectively. At the maximum values these parameters were equal to 89.6% and 10.4%, respectively. However, at rates of 50% the accuracy of this model is questionable since the ratio of the death probability was 29.4% for survivors and 70.6% for severely burned with a fatal outcome. In this connection a contingency table was built with a cutoff of 50% for further comparative analysis. For the data isolation values from 1 to 45 were combined into the group with a favorable prognosis, and 50–100 – into the group of patients with a fatal outcome. The results are presented in Table 6.

As a result of the construction of a four-field contingency table data were obtained that indicate the high efficiency of this model in predicting a favorable prognosis – 85.9% and questionable accuracy in predicting a lethal outcome in patients with extensive burn injury – 60.0%.

Despite the simplicity of applying this model in practice, it is difficult to speak about its effectiveness in making an accurate prognosis for the death of severely burned patients.

Discussion

During the comparative analysis of existing forecasting models through the construction of four-field contingency tables, it can be concluded that these indices are highly predictive in terms of a favorable outcome of burn disease, are quite simple and easy to use, but raise doubts about accuracy of the results of a fatal outcome prediction in severely burned patients. The presented methods are based on determining the area of superficial and deep burns, excluding clinical features and the main links in the pathogenesis of burn disease, which also casts doubt on the objectivity of their use. The new logistic regression method, which takes into account clinical data, parameters of laboratory and instrumental studies, as well as the volume of infusion therapy and its effectiveness through indications of daily diuresis, results of previous surgical treatment, not only has a high prediction accuracy, but also allows to evaluate the quality of therapy at an early stage, which confirms the importance of its use in current combustiology practice.

Conclusion

1. The Baux score, the Frank index, and the probit analysis model are highly effective in predicting a favorable course of burn disease and are of questionable in terms of determining the death possibility in severely burned patients, which requires further evaluation in a larger group of patients with extensive burns.

2. The new forecasting model based on the logistic regression method showed high performance in predicting both a favorable prognosis and a lethal outcome forecast with a low probability of error compared to its predecessors. These factors can be considered as the basis for using this method in everyday practice.

References/Литература

1. Burns. *World Health Organization*. 2018. (In Russ.). Ожоги. *Всемирная организация здравоохранения*. 2018.
2. Evdokimov VI, Kourov AS. Genesis of research on burn injury (analysis of domestic articles in 2005–2017). *Medico-biological and socio-psychological problems of safety in emergency situations*. 2018;4:108–120. (In Russ.). <https://doi.org/10.25016/2541-7487-2018-0-4-108-120>
3. Евдокимов В.И., Коуров А.С. Генезис научных исследований по ожоговой травме (анализ отечественных журнальных статей в 2005–2017 гг.). *Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях*. 2018;4:108–120. <https://doi.org/10.25016/2541-7487-2018-0-4-108-120>
4. Hussain A, Dunn K. Burn related mortality in Greater Manchester: 11-year review of Regional Coronal Department Data. *Burns*. 2015;41(2):225–234. PMID: 25468472. <http://doi.org/10.1016/j.burns.2014.10.008>
5. Woods JCF, Quinlan CS, Shelley OP. Predicting Mortality in Severe Burns—What Is the Score? Evaluation and Comparison of 4 Mortality Prediction Scores in an Irish Population. *Plast Reconstr Surg Glob Open*. 2016;4(1):606. PMID: 27104105. PMCID: PMC4801096. <http://doi.org/10.1097/GOX.0000000000000584>
6. Douglas HE, Ratcliffe A, Sandhu R, et al. Comparison of mortality prediction models in burns ICU patients in Pinderfields Hospital over 3 years. *Burns*. 2015;41(1):49–52. PMID: 24986595. <http://doi.org/10.1016/j.burns.2014.05.009>
7. Matveenkov AV. Predicting the outcome of thermal burns. *Grekov's Bulletin of Surgery*. 2009;168(6):101–104. (In Russ.). Матвеев А.В. Прогнозирование исхода термических ожогов. *Вестник хирургии имени И.И. Грекова*. 2009;168(6):101–104.
8. Fistol EYa, Guryanov VG, Soloshenko VV. Mathematical model of forecasting for outcomes in victims of methane-coal mixture explosion. *Russian Sklifosovsky Journal "Emergency Medical Care"*. 2016;3:43–47. (In Russ.).

Фисталь Э.Я., Гурьянов В.Г., Солошенко В.В. Математическая модель прогнозирования исхода у пострадавших при взрывах метано-угольной смеси. *Журнал им. Н.В. Склифосовского «Неотложная медицинская помощь»*. 2016;3:43–47.

8. Riley RD, Ensor J, Snell KI, et al. External validation of clinical prediction models using big datasets from e-health records or IPD meta-analysis: opportunities and challenges. *BMJ*. 2016;41:353. <https://doi.org/10.1136/bmj.i3140>

9. Pantet O, Faouzi M, Brussaers N, et al. Comparison of mortality prediction models and validation of SAPS II in critically ill burns patients. *Ann Burns Fire Disasters*. 2016;29(2):123–129. PMID: 28149234. PMCID: PMC5241191

10. Bogdanov SB, Marchenko DN, Polyakov AV, et al. Novel ways of vacuum therapy application in burn injury medicine. *Innovative medicine of Kuban*. 2020;1(17):36–40. (In Russ.). <https://doi.org/10.35401/2500-0268-2020-17-1-36-40>

Богданов С.Б., Марченко Д.Н., Поляков А.В., и др. Новые варианты применения вакуумной терапии в комбустиологии. *Инновационная медицина Кубани*. 2020;1(17):36–40. <https://doi.org/10.35401/2500-0268-2020-17-1-36-40>

11. Bogdanov SB, Gilevich IV, Fedorenko TV, et al. Cell therapy application on skin grafting surgery. *Innovative medicine of Kuban*. 2018;3(11):16–21. (In Russ.).

Богданов С.Б., Гилевич И.В., Федоренко Т.В. и др. Возможности применения клеточной терапии в кожно-пластических операциях. *Инновационная медицина Кубани*. 2018;3(11):16–21.

12. Polyakov AV, Bogdanov SB, Afanasov IM, et al. Application of chitosan-based wound coatings ‘ChitoPran’ in the treatment of patients with burn trauma. *Innovative medicine of Kuban*. 2019;3(15):25–31. (In Russ.). <https://doi.org/10.35401/2500-0268-2019-15-3-25-31>

Поляков А.В., Богданов С.Б., Афанасов И.М., и др. Использование раневых покрытий на основе хитозана «Хитопран» в лечении больных с ожоговой травмой. *Инновационная медицина Кубани*. 2019;3(15):25–31. <https://doi.org/10.35401/2500-0268-2019-15-3-25-31>

13. Zavorotniy OO, Zinoviev EV, Kostyakov DV. Predicting for mortality rate using regression analysis in patient with burn injury. *Grekov's Bulletin of Surgery*. 2020;179(5):21–29. (In Russ.). <https://doi.org/10.24884/0042-4625-2020-179-5-21-29>

Заворотный О.О., Зиновьев Е.В., Костяков Д.В. Возможности прогнозирования летального исхода тяжело-обожженных на основе методов регрессионного анализа. *Вестник хирургии имени И.И. Грекова*. 2020;179(5):21–29. <https://doi.org/10.24884/0042-4625-2020-179-5-21-29>

Author credentials

Oleg O. Zavorotniy, Surgeon of Thermal Injuries Unit, Saint-Petersburg I. I. Dzhanelidze Research Institute of Emergency Medicine; Assistant of the Department of General Surgery, Saint-Petersburg State University (Saint-Petersburg, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0002-1097-1519>

Evgeny V. Zinoviev, Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Thermal Injuries Unit, Saint-Petersburg I. I. Dzhanelidze Research Institute of Emergency Medicine (Saint-Petersburg, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0002-2493-5498>

Denis V. Kostyakov, Cand. Sci. (Med.), Research Fellow of the Thermal Injuries Unit, Saint-Petersburg I. I. Dzhanelidze Research Institute of Emergency Medicine; Assistant Professor

of the Department of General Surgery, Saint-Petersburg State University (Saint-Petersburg, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0001-5687-7168>

Vladislav G. Volkov, Surgeon of the Thermal Injuries Unit, Saint-Petersburg I. I. Dzhanelidze Research Institute of Emergency Medicine (Saint-Petersburg, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0002-9029-6014>

Alexander V. Semiglazov, Surgeon of the Thermal Injuries Unit, Saint-Petersburg I. I. Dzhanelidze Research Institute of Emergency Medicine (Saint-Petersburg, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0003-2022-1014>

Tamara Z. Gogohiya, Surgeon of the Thermal Injuries Unit, Saint-Petersburg I. I. Dzhanelidze Research Institute of Emergency Medicine (Saint-Petersburg, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0002-1230-1412>

Diana H. Halipaeva, Anesthesiologist, Intensivist of the Thermal Injuries Unit, Saint-Petersburg I. I. Dzhanelidze Research Institute of Emergency Medicine (Saint-Petersburg, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0002-0742-0417>

Conflict of interest: none declared.

Сведения об авторах

Заворотный Олег Олегович, врач-хирург отдела термических поражений, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи имени И.И. Джанелидзе; ассистент кафедры общей хирургии, Санкт-Петербургский государственный университет (Санкт-Петербург, Россия). <https://orcid.org/0000-0002-1097-1519>

Зиновьев Евгений Владимирович, д. м. н., профессор, руководитель отдела термических поражений, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи имени И.И. Джанелидзе (Санкт-Петербург, Россия). <https://orcid.org/0000-0002-2493-5498>

Костяков Денис Валерьевич, к. м. н., научный сотрудник отдела термических поражений, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи имени И.И. Джанелидзе; доцент кафедры общей хирургии, Санкт-Петербургский государственный университет (Санкт-Петербург, Россия). <https://orcid.org/0000-0001-5687-7168>

Волков Владислав Григорьевич, врач-хирург отдела термических поражений, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи имени И.И. Джанелидзе (Санкт-Петербург, Россия). <https://orcid.org/0000-0002-9029-6014>

Семиглазов Александр Владимирович, врач-хирург отдела термических поражений, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи имени И.И. Джанелидзе (Санкт-Петербург, Россия). <https://orcid.org/0000-0003-2022-1014>

Гогохия Тамара Зауровна, врач-хирург отдела термических поражений, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи имени И.И. Джанелидзе (Санкт-Петербург, Россия). <https://orcid.org/0000-0002-1230-1412>

Халипаева Диана Халипаевна, врач анестезиолог-реаниматолог отдела термических поражений, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи имени И.И. Джанелидзе (Санкт-Петербург, Россия). <https://orcid.org/0000-0002-0742-0417>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.



Субарахноидальное кровоизлияние вследствие разрыва милиарных аневризм передней циркуляции Виллизиева круга

© П.Г. Шнякин, И.С. Усатова, А.В. Трубкин, И.А. Казадаева*

Красноярский государственный медицинский университет им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого, Красноярск, Россия

* И.А. Казадаева, Красноярский государственный медицинский университет им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого, 660022, Красноярск, ул. Партизана Железняка, 1, inna.alex913@gmail.com

Поступила в редакцию 22 января 2022 г. Исправлена 1 февраля 2022 г. Принята к печати 12 февраля 2022 г.

Резюме

Цель: Оценить частоту разрывов милиарных церебральных аневризм, особенности периоперационного течения и исходов по сравнению с разрывом аневризм обычной величины.

Материал и методы: Проведен сравнительный анализ группы пациентов с разрывом церебральных милиарных аневризм ($n = 18$) с группой пациентов с разрывом церебральных аневризм обычного размера ($n = 308$). Все больные прооперированы в первые 3-е суток от разрыва открытым способом (костно-пластическая трепанация черепа, микрохирургическое клипирование аневризм). Сопоставлялись пол, возраст пациентов, тяжесть состояния при поступлении, выраженность субарахноидального кровоизлияния, локализация аневризм, коэффициент шейки, время операции, частота интраоперационных разрывов, послеоперационная летальность.

Результаты: Выявлено, что разрыв милиарных аневризм встречается в 5,5% от всех случаев разрывов церебральных аневризм. Наиболее часто разрыв милиарных аневризм диагностировался у женщин (77,7%), средний возраст – 50,8 года. В большинстве случаев определялись аневризм передняя соединительная артерия (66,6%) с узкой шейкой (средний коэффициент шейки – 2,1). Пациенты с разрывом милиарных аневризм на 7,9% чаще, чем при разрывах аневризм обычного размера, поступали в состоянии суб/декомпенсации (Hunt-Hess IV–V), на 19,6% чаще у них определялось массивное субарахноидальное кровоизлияние (Fisher III). Операции при милиарных аневризмах проходили в среднем на 30 мин быстрее, чем при клипировании аневризм обычного размера, но в два раза чаще осложнялись интраоперационным разрывом (38,8 и 16,5% соответственно). Послеоперационная летальность в группе пациентов с разрывом милиарных аневризм на 5,7% выше, по сравнению с пациентами с разрывом аневризм обычного размера.

Заключение: Разрыв церебральных милиарных аневризм встречается относительно нечасто. Женщины в возрасте 50–60 лет с милиарными аневризмами передней соединительной артерии с узкой шейкой составляют основную группу таких пациентов. Массивное субарахноидальное кровоизлияние и тяжелое состояние пациентов при поступлении диагностируются наиболее часто при милиарных аневризмах в сравнении с аневризмами обычного размера. Небольшой размер аневризм и обусловленная этим работа рядом с местом разрыва определяют более частый контактный интраоперационный разрыв при выделении шейки в сравнении с операциями на аневризмах большего размера, что ухудшает исходы лечения в этой группе пациентов.

Ключевые слова: церебральная аневризма, церебральная милиарная аневризма, субарахноидальное кровоизлияние, клипирование церебральной аневризмы

Цитировать: Шнякин П.Г., Усатова И.С., Трубкин А.В., Казадаева И.А. Субарахноидальное кровоизлияние вследствие разрыва милиарных аневризм передней циркуляции Виллизиева круга. *Инновационная медицина Кубани*. 2022;(1):19–26. <https://doi.org/10.35401/2500-0268-2022-25-1-19-26>

Subarachnoid hemorrhage due to rupture of very small aneurysms of the anterior part of the circle of Willis

© Pavel G. Shnyakin, Irina S. Usatova, Aleksey V. Trubkin, Inna A. Kazadaeva*

Krasnoyarsk State Medical University named after Professor V.F. Voino-Yasenetsky, Krasnoyarsk, Russian Federation

* Inna A. Kazadaeva, Krasnoyarsk State Medical University named after Professor V.F. Voino-Yasenetsky, 1, Partizana Zheleznyaka str., Krasnoyarsk, 660022, inna.alex913@gmail.com

Received: January 22, 2022. Received in revised form: February 1, 2022. Accepted: February 12, 2022.

Abstract

Objective: To assess the frequency of ruptures of very small cerebral aneurysms, features of the perioperative period and outcomes, in comparison with the rupture of ordinarily sized aneurysms.

Material and methods: A comparative analysis of the group of patients with ruptured cerebral miliary aneurysms ($n = 18$) and the group of patients with ruptured cerebral aneurysms of regular size ($n = 308$) was carried out. All patients underwent open surgery in



the first 3 days after the rupture (osteoplastic craniotomy, microsurgical aneurysm clipping). We compared gender, age of patients, severity of the patient's condition at the moment of admission, severity of subarachnoid hemorrhage, location of aneurysms, aspect ratio, duration of the operation, frequency of intraoperative ruptures, postoperative mortality.

Results: It was found that miliary aneurysm rupture occurs in 5.5% of all patients with cerebral aneurysm rupture. The most common cases of rupture of very small aneurysms were in women (77.7%), with a mean age of 50.8 years. Aneurysms of the anterior communicating artery (66.6%) with a narrow neck (average aspect ratio – 2.1) were the most common. Patients with rupture of very small aneurysms were 7.9% more likely to be admitted in a state of subcompensation or decompensation (Hunt-Hess IV–V), they had massive subarachnoid hemorrhage (Fisher III) 19.6% more often than with ruptured aneurysms of regular size. On average, operations in cases of very small aneurysms lasted 30 minutes less than clipping of ordinary aneurysms, but were complicated by intraoperative rupture twice as often (38.8% and 16.5%, respectively). Postoperative mortality in the group of patients with ruptured miliary aneurysms was 5.7% higher than in patients with ruptured aneurysms of regular size.

Conclusion: Rupture of cerebral miliary aneurysms is relatively rare. Women of 50–60 years old with very small aneurysms of the anterior communicating artery with a narrow neck constitute the main group of such patients. Massive subarachnoid hemorrhage and severe condition of patients on admission are more common with miliary aneurysms than with ordinarily sized aneurysms. The small size of the aneurysm and the work near the rupture determine the more frequent contact intraoperative rupture when the neck is exposed as compared to operations on larger aneurysms, which negatively affects the treatment outcomes in this group of patients.

Keywords: cerebral aneurysm, cerebral very small aneurysm, subarachnoid hemorrhage, clipping of a cerebral aneurysm

Cite this article as: Shnyakin P.G., Usatova I.S., Trubkin A.V., Kazadaeva I.A. Subarachnoid hemorrhage due to rupture of very small aneurysms of the anterior part of the circle of Willis. *Innovative Medicine of Kuban*. 2022;(1):19–26. <https://doi.org/10.35401/2500-0268-2022-25-1-19-26>

Введение

Частота субарахноидальных кровоизлияний (САК) составляет 9–12 человек на 100 тыс. населения в год. Более 70% из них носят аневризматический характер [1, 2]. Около 10–15% пациентов погибают на догоспитальном этапе. Общая полугодовая летальность достигает 50% [3–5]. В этой связи приобретает большую значимость выявление и своевременное выключение церебральных аневризм из кровотока до их разрыва [2, 4, 6, 7].

С каждым годом увеличивается когорта пациентов с асимптомными церебральными аневризмами, которые были выявлены при проведении исследования сосудов мозга у больных с неспецифическими жалобами (головная боль, головокружение, шум в ушах и пр.). При этом 87% из них имели размеры менее 3–4 мм [8].

На основании ряда международных многоцентровых исследований (International Study of Unruptured Intracranial Aneurysms (ISUIA) и Unruptured Cerebral Aneurysms Study (UCAS)) аневризмы передней циркуляции Виллизиева круга размером менее 7 мм имеют достаточно низкий риск разрыва. В этой связи асимптомные милиарные аневризмы (в зарубежной литературе «very small aneurism», «tiny aneurism») размером менее 3 мм не требуют оперативного лечения, так как риск разрыва приближается к нулю и превышает риск оперативного лечения. По данным «Клинических рекомендаций по лечению неразорвавшихся аневризм головного мозга» ассоциации нейрохирургов России, впервые выявленные асимптомные аневризмы размером 3 мм и менее не требуют оперативного лечения, а только динамического наблюдения (операция в случае увеличения размеров). Таким образом, практически все пациенты со случайно выявленными при обследовании милиарными аневризмами отпускаются под динамическое наблюдение.

Тем не менее, по данным ряда авторов, большинство разорвавшихся церебральных аневризм имеют размеры менее 7 мм, и в практике встречаются случаи разрыва аневризм размером менее 3 мм [8–17]. Несмотря на это, ряд исследователей все же отрицает вероятность их разрыва, ссылаясь на то, что не известно, каким был истинный размер аневризмы до разрыва, и, возможно, она была больше, но после разрыва частично тромбировалась и сократилась [6]. Однако есть и противоположное мнение, согласно которому аневризмы после разрыва в большинстве случаев остаются того же размера, а иногда даже увеличиваются [18]. Таким образом, вопрос о возможности разрыва милиарных аневризм весьма актуален и требует изучения.

В данной работе представлен собственный пятилетний опыт наблюдения пациентов с разрывами милиарных аневризм. Выявлены факторы риска, особенности проведения операции и исходы лечения.

Цель исследования

Оценить частоту разрывов милиарных церебральных аневризм, особенности периоперационного течения и исходов в сравнении с разрывом аневризм обычной величины.

Материал и методы исследования

Проанализированы данные пациентов с аневризматическим субарахноидальным кровоизлиянием, пролеченных в региональном сосудистом центре КГБУЗ «ККБ г. Красноярск» за период 2017–2021 гг.

Сравнивалась группа пациентов с разрывами церебральных аневризм передней циркуляции Виллизиева круга милиарного размера (менее 3 мм) с группой пациентов с разрывом аневризм обычного размера (4–15 мм). Классификация по размеру и формулировки «милиарные аневризмы» и «аневризмы обычного

размера» использованы по данным руководства акад. В.В. Крылова [3].

Критерии исключения:

- аневризмы вертебробазилярного бассейна;
- множественные аневризмы;
- блистерные аневризмы внутренней сонной артерии (ВСА);
- дистальные аневризмы;
- поступление позже 3 сут. с момента разрыва;
- пациенты в глубокой коме с декомпенсированным ангиоспазмом;
- сопутствующая соматическая патология в стадии декомпенсации.

Всем пациентам в данном исследовании выполнены костно-пластическая трепанация черепа (КПТЧ), микрохирургическое клипирование аневризм, так как эмболизация микроспиральями аневризм размером менее 3 мм в остром периоде разрыва сопряжена с высоким риском интраоперационного разрыва и трудностью остановки кровотечения.

Размеры церебральных аневризм определялись по данным МСКТ-ангиографии. Все замеры аневризм проводились в обычном ангиографическом режиме (измерения в 3D реконструкции искажают истинный размер аневризмы). В ряде случаев для разграничения милиарных аневризм от инфундибулярного расширения устья артерии (наиболее часто – при аневризмах коммунантного сегмента ВСА) выполнялась церебральная ангиография (ЦАГ).

Изучались пол, возраст пациентов, тяжесть состояния по шкале Hunt-Hess, выраженность субарахноидального кровоизлияния по шкале Fisher, локализация аневризмы, ее размер, коэффициент шейки (КШ), продолжительность операции, частота интраоперационных разрывов аневризмы, послеоперационная летальность.

Статистический анализ и обработка материала выполнены с помощью программы Statistica (version 6.0) фирмы StatSoft Inc. Нормальность распределения выборки не оценивалась. Производилось вычисление *U*-критерия Манна – Уитни для определения значимости различий между средними величинами. Данные представлены в формате Me [25; 75%].

Результаты

В исследование вошли 326 пациентов в остром периоде разрыва аневризм: 18 пациентов с разрывами милиарных аневризм (5,5%) и 308 больных с разрывами аневризм обычного размера (94,5%).

В группе пациентов с разрывом аневризм обычного размера женщины наблюдались в 65,2% случаев, в группе милиарных аневризм – в 77,7%. Таким образом, в обеих группах более часто разрывы аневризм встречались среди женщин, чем среди мужчин. При этом разрывы милиарных аневризм в сравнении

Таблица 1
Состояние пациентов по шкале Hunt-Hess
Table 1

Patient state according to the Hunt-Hess scale

	Милиарные аневризмы	Аневризмы обычного размера
Н-Н II	22,2%	17,8%
Н-Н III	55,5%	67,8%
Н-Н IV	16,6%	8,1%
Н-Н V	5,5%	6,1%

с аневризмами обычного размера у женщин наблюдались достоверно чаще (на 12,5%).

Возраст пациентов с разрывом милиарных аневризм колебался от 33 до 67 лет (средний возраст – 50,8 года). Возраст пациентов с разрывом аневризм обычного размера – от 19 до 85 лет и в среднем составил 56,2 года. По-видимому, небольшой возрастной интервал в группе пациентов с милиарными аневризмами в первую очередь обусловлен небольшой выборкой (18 пациентов). Тем не менее прослеживается закономерность, соответствующая данным литературы, что наиболее часто случаи разрывов церебральных аневризм диагностируются в возрасте 50–60 лет, при этом у пациентов с милиарными аневризмами – примерно на 5 лет раньше, чем в группе пациентов с обычным размером аневризм.

Тяжесть состояния пациентов в обеих исследуемых группах оценивалась по шкале Hunt-Hess (табл. 1). Наиболее часто в обеих группах поступали пациенты в состоянии Hunt-Hess II–III (77,7% в группе милиарных аневризм и 85,6% в группе аневризм обычного размера). При этом пациенты с милиарными аневризмами на 7,9% случаев чаще поступали в тяжелом состоянии (Hunt-Hess IV–V) в сравнении с пациентами с разрывом аневризм обычного размера.

По локализации разорвавшихся аневризм передней циркуляции Виллизиева круга в группе «милиарные аневризмы» в 66,6% встречались аневризмы передней соединительной артерии (ПСА) – 12 случаев, в 22,2% – аневризмы ВСА (4), в 11,2% (2) – аневризмы средней мозговой артерии (СМА). В группе аневризм «обычного размера» в 41,5% встречались аневризмы ПСА (128 случаев), аневризмы СМА – в 34,7% (107), аневризмы ВСА – 23,7% (73). Таким образом, несмотря на то что в обеих группах более часто разрывались аневризмы в области комплекса ПСА-ПМА, в группе милиарных аневризм это происходило значимо чаще.

Как один из важных факторов риска разрыва церебральной аневризмы изучался КШ аневризмы (отношение высоты купола аневризмы к ширине шейки). В группе «милиарных аневризм» коэффициент шейки колебался от 1,3 до 2,4 (стоит отметить, что в группе милиарных аневризм с локализацией на ПСА КШ в пределах 1,8–2,4) и составил 2,1 [1,98; 2,38]. В группе

Таблица 2
Выраженность субарахноидального кровоизлияния
по шкале Fisher
Table 2
The severity of subarachnoid hemorrhage according
to the Fisher scale

	Милиарные аневризмы	Аневризмы обычного размера
Fisher II	16,7%	18,1%
Fisher III	66,6%	47,0%
Fisher IV	16,7%	34,7%

аневризм «обычного размера» отмечался более широкий диапазон коэффициента шейки – от 1,4 до 3,8, с медианой 1,8 [1,6; 2,6]. Несмотря на то что различия в сравниваемых группах по средней величине КШ оказались статистически недостоверны ($p > 0,05$), можно отметить, что в обеих группах разорвавшиеся церебральные аневризмы имели относительно узкие шейки (коэффициент более 1,8), что по данным литературы значимо связано с риском разрыва [19]. При этом в группе «милиарных аневризм» отмечается тенденция к более узким шейкам среди разорвавшихся аневризм (КШ 2,1), чем в группе аневризм «обычного размера» (КШ 1,8).



Рисунок 1. МСКТ головного мозга пациентки К. Массивное субарахноидальное кровоизлияние, распространяющееся по всем базальным цистернам (Fisher III)
Figure 1. MSCT of the brain of a female patient K. Massive subarachnoid hemorrhage extending to all basal cisterns (Fisher III)

В таблице 2 представлена выраженность субарахноидального кровоизлияния по данным МСКТ в группе пациентов с милиарными аневризмами и аневризмами обычного размера.

Таким образом, пациенты с немассивным субарахноидальным кровоизлиянием (Fisher II) встречались наиболее редко в обеих исследуемых группах без какой-то значимой разницы. Важно отметить, что частота кровоизлияния по Fisher III и Fisher IV различалась. В группе милиарных аневризм на 19,6% чаще встречалось массивное субарахноидальное кровоизлияние (Fisher III), в то время как в группе пациентов с обычным размером аневризм в 2 раза чаще встречались внутримозговые и внутрижелудочковые кровоизлияния (Fisher IV). Такая разница может быть объяснена тем, что милиарные аневризмы в силу малого размера лежат полностью в субарахноидальном пространстве, не подпаяны к веществу мозга, поэтому при разрыве вызывают в первую очередь массивное САК.

Время операции колебалось от 110 до 485 мин: в группе аневризм «милиарного размера» медианное время операции составило 180 [150; 230] мин, в группе аневризм «обычного размера» – 212 [190; 260] мин ($p < 0,05$). Полученные данные достаточно просто объяснить тем, что аневризмы обычного размера (особенно на уровне их величин 10–15 мм) требуют более длительного препарирования шейки, выделения ветвей и часто сопряжены с более сложными вариантами клипирования (с переустановкой клипс), чем милиарные аневризмы, что, безусловно, влияет на общую продолжительность операции.

Частота интраоперационных разрывов (ИОР) аневризм в группе «милиарные аневризмы» составила 38,8% случаев, в группе аневризм «обычного размера» – 16,5%. Таким образом, более чем в 2 раза чаще ИОР случались в группе «милиарных аневризм». Все разрывы милиарных аневризм происходили при выделении аневризмы, что, по-видимому, связано с их небольшим размером и работой близко к месту разрыва. В группе аневризм обычного размера встречались как неконтактные разрывы (редко), так и разрывы во время выделения и клипирования.

Послеоперационная летальность в группе «милиарные аневризмы» составила 22,2%. В группе «аневризм обычного размера» – 16,5%. Несколько бо́льшая частота летальных исходов в первой группе, возможно, связана с более частыми массивными САК (Fisher III) при поступлении и, в большей степени, с ИОР, что, по данным ряда авторов, является значимым фактором неблагоприятного исхода.

Приведем два клинических случая субарахноидального кровоизлияния вследствие разрыва милиарных аневризм.

Клинический случай № 1

Пациентка К., 60 лет, доставлена бригадой скорой помощи в региональный сосудистый центр с жалобой на сильную головную боль. Известно, что заболела остро около 7 ч назад, когда на фоне психоэмоционального стресса почувствовала сильную головную боль. На момент осмотра пациентка в оглушении (13 баллов по шкале комы Глазго (ШКГ)), очаговой неврологической симптоматики нет, ригидность затылочных мышц 5 см, симптом Кернига 100°.

Выполнено МСКТ головного мозга (рис. 1), выявлено массивное субарахноидальное кровоизлияние (Fisher III).

Выполнена МСКТ-ангиография, на которой выявлена милиарная аневризма ПСА размером 2 мм (рис. 2).

Учитывая крайне небольшой размер аневризмы и подозрение на наличие другой причины кровоизлияния, пациентке проведена церебральная ангиография, на которой подтверждена милиарная аневризма ПСА, другой сосудистой патологии не обнаружено (рис. 3).

Поставлен диагноз: Субарахноидальное кровоизлияние вследствие разрыва милиарной аневризмы ПСА, Hunt-Hess III, Fisher III.

В отделении нейрореанимации выполнена транскраниальная доплерография, по которой не выявлено признаков ангиоспазма.

Учитывая компенсированное состояние больной, в этот же день выполнено оперативное лечение: КППЧ в левой лобной области (латеральный супраорбитальный доступ), микрохирургическое клипирование милиарной аневризмы ПСА. Операция осложнилась интраоперационным разрывом аневризмы (временное клипирование левой А1-ПМА 14 мин, правая ПМА гипоплазирована и не перекрывалась). Учитывая небольшой размер аневризмы, разрыв распространился до несущей артерии. Клипирование через ватник прямым клипсом. На 2-е сутки после операции пациентка экстубирована, длительный период психомоторного возбуждения (по типу делирия). Выписана на 21-е сутки после поступления (Рэнкин 3).

Клинический случай № 2

Пациентка С., 58 лет, поступила с жалобами на сильную головную боль. Известно, что заболела остро сутками ранее, когда на фоне полного благополучия развилась интенсивная головная боль. В связи с тем что головная боль сохранялась, на следующий день вызвала бригаду скорой помощи. Доставлена в региональный сосудистый центр КГБУЗ «ККБ г. Красноярск». При поступлении пациентка в сознании (15 баллов ШКГ), выраженная головная боль (8–9 баллов ВАШ), очаговой симптоматики нет, ригидность затылочных мышц 4 см, симптом Кернига 110°. По МСКТ головного мозга массивное базальное субарахноидальное кровоизлияние (Fisher III) (рис. 4).

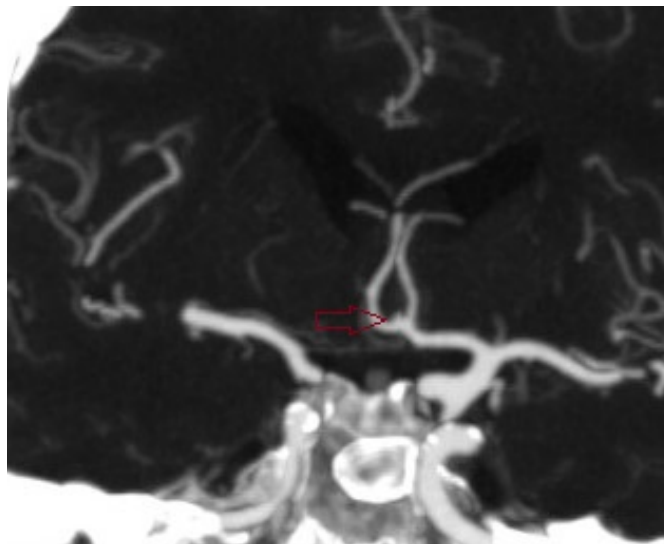


Рисунок 2. МСКТ-ангиография головного мозга пациентки К. Милиарная аневризма ПСА

Figure 2. MSCTA of the brain of a female patient K. ACA very small aneurysm



Рисунок 3. ЦАГ пациентки К. в прямой проекции. Милиарная аневризма ПСА

Figure 3. Cerebral angiography of a female patient K. in direct projection. ACA very small aneurysm



Рисунок 4. МСКТ головного мозга пациентки С. Массивное субарахноидальное кровоизлияние, распространяющееся по всем базальным цистернам (Fisher III)

Figure 4. MSCT of the brain of a female patient S. Massive subarachnoid hemorrhage extending to all basal cisterns (Fisher III)

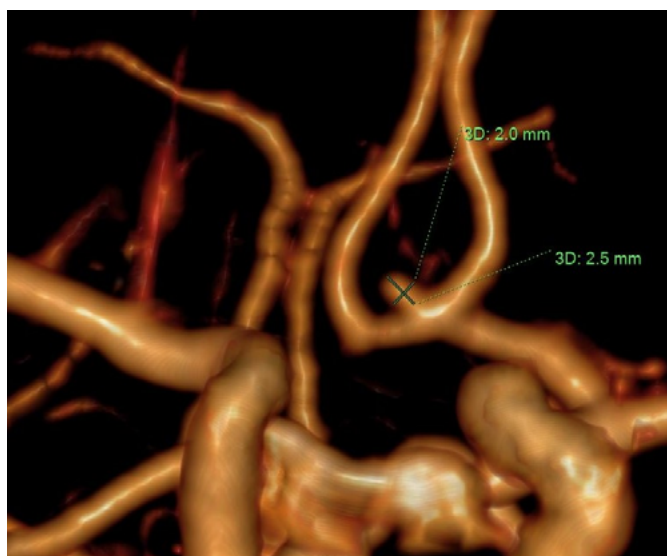


Рисунок 5. МСКТ-ангиография головного мозга пациентки К. Милиарная аневризма ПСА

Figure 5. MSCTA of the brain of a female patient S. ACA very small aneurysm

Выполнена МСКТ-ангиография. Выявлена милиарная аневризма ПСА (рис. 5).

Поставлен диагноз: Субарахноидальное кровоизлияние вследствие разрыва милиарной аневризмы ПСА, Hunt-Hess II, Fisher III.

Учитывая компенсированное состояние пациентки и острейший период разрыва, в день поступления больной выполнено оперативное лечение: КПТЧ

в левой лобно-височной области (латеральный супраорбитальный доступ), микрохирургическое клипирование милиарной аневризмы ПСА. Операция прошла без осложнений. На следующие сутки пациентка экстубирована, без неврологического дефицита. Выписана на 14-е сутки после операции (Рэнкин 1).

Обсуждение

В нашем исследовании разрыв милиарных аневризм встречался относительно редко – 5,5% случаев среди всех разорвавшихся аневризм, что приблизительно соответствует выявляемости разрывов милиарных аневризм по данным N. Chalouhi и соавт. (2012) – до 7% случаев [11]. Однако, по другим данным, частота разрывов милиарных аневризм может достигать 15–20% случаев [6, 20].

Общеизвестно, аневризмы любых размеров несколько чаще разрываются у женщин, чем у мужчин [3–5, 21]. При этом, по нашим данным, эта тенденция еще более отчетливо прослеживается в группе пациентов с разрывами милиарных аневризм, где женщины составили 77,7%. Это соответствует ряду других исследований, где среди пациентов с разрывами милиарных аневризм в 55–70% случаев наблюдались женщины [11, 15, 22].

По возрасту пациентов с разрывами милиарных аневризм было выявлено, что наиболее часто это лица 50–60 лет, что соответствует возрасту наибольшего риска разрыва церебральных аневризм всех размеров [3–5, 16, 23].

Кроме того, у пациентов с разрывами милиарных аневризм на 19,6% чаще, чем в группе аневризм обычного размера, встречалось массивное САК (Fisher III). Это соответствует данным о том, что разрывы аневризм малых размеров (менее 5 мм) сопровождаются более массивным субарахноидальным кровоизлиянием и более тяжелым состоянием пациентов при поступлении [12, 16, 24]. Действительно, пациенты в состоянии Hunt-Hess IV–V при разрывах милиарных аневризм в нашем исследовании поступали на 7,9% чаще в сравнении с пациентами с разрывом аневризм обычного размера.

По материалам большинства исследователей, аневризмы комплекса ПСА-ПМА подвергаются разрывам наиболее часто среди всех других локализаций [3, 5, 10, 25, 26], и эта тенденция еще более четко прослеживается в группе милиарных аневризм. По нашим данным, среди всех локализаций разорвавшихся милиарных аневризм передней циркуляции в 66,6% случаев встречались аневризмы ПСА.

Несмотря на то что в нашем исследовании было 2 наблюдения пациентов с разрывами милиарных аневризм с КШ менее 1,6 (широкая шейка), большинство аневризм имели узкую шейку, и средний КШ составил 2,1, что по данным ряда исследователей

является значимым фактором риска разрыва аневризм любого размера [3, 19, 27].

Определено отличие в частоте интраоперационных разрывов милиарных аневризм при их клипировании – 38,8% случаев, что значимо чаще, чем в группе аневризм обычного размера – 16,5%. Это связано с тем, что основной принцип открытой хирургии аневризм – выделение шейки без первичного выделения разорвавшейся части (купола). При аневризме размером менее 3 мм исходно приходится работать рядом с разорвавшейся частью (куполлом), поэтому почти в трети случаев возникает интраоперационный разрыв [28].

В нашем исследовании выявлена более высокая послеоперационная летальность в группе пациентов с разрывом милиарных аневризм в сравнении с летальностью пациентов с аневризмами обычного размера (16,5 и 22,2% соответственно). На наш взгляд, это возможно связать, с одной стороны, с более частым массивным САК при поступлении (на 19,6% чаще Fisher III в группе «милиарные аневризмы»), но в большей степени с более частым интраоперационным разрывом милиарных аневризм, что доказанно повышает риск неблагоприятного исхода лечения [1, 3, 5, 29, 30].

Закключение

Несмотря на рандомизированные исследования, согласно которым отмечается крайне низкий риск разрыва аневризм передней циркуляции Виллизиева круга размером менее 5–7 мм, на практике встречаются разрывы аневризм размером менее 3 мм. Это подтверждается не только по данным предоперационных ангиограмм, где небольшой размер аневризмы может быть обусловлен ее частичным тромбированием, но и реальной картиной на операции.

По нашим данным и публикациям ряда исследователей, наиболее часто разрывы милиарных аневризм случаются у женщин 50–60 лет при их локализации в области ПСА и наличии узкой шейки. Это необходимо учитывать при рассмотрении вопроса об операции у пациентов со случайно выявленными асимптомными милиарными аневризмами, особенно при наличии других факторов риска (гипертоническая болезнь, курение и пр.).

Тема требует дальнейших исследований, в том числе мультицентровых, для уточнения оптимальной тактики ведения пациентов с милиарными аневризмами как вне разрыва, так и при выборе оптимального метода их выключения (клипирование, эмболизация) в остром периоде повреждения.

Литература/References

1. Крылов В.В., Годков И.М., Дмитриев А.Ю. Интраоперационные факторы риска в хирургии церебральных аневризм. Материалы городской научно-практической конференции. М.: НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского; 2007;200:16–22.

Krylov VV, Godkov IM, Dmitriev AY. Intraoperative risk factors in the surgery of cerebral aneurysms. Materials of the city scientific and practical conference. Moscow: N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine; 2007;200:16–22. (In Russ.).

2. Зяблова Е.И., Ткачев В.В., Порханов В.А. Вклад КТ-ангиографии в верификацию источника нетравматического внутримозгового кровоизлияния в условиях экстренного приемного покоя. *Инновационная медицина Кубани*. 2021;1:34–38. <https://doi.org/10.35401/2500-0268-2021-21-1-34-38>

Zyablova EI, Tkachev VV, Porhanov VA. CT angiography for detecting the cause of intracranial hemorrhage in the emergency department. *Innovative Medicine of Kuban*. 2021;1:34–38. (In Russ.). <https://doi.org/10.35401/2500-0268-2021-21-1-34-38>

3. Крылов В.В. Хирургия аневризм головного мозга в III томах. М.: 2011.

Krylov VV. Surgery of brain aneurysms in 3 volumes. Moscow; 2011. (In Russ.).

4. Лазарев В.А., Пирадов А.Н. и др. Рекомендательный протокол ведения больных с субарахноидальным кровоизлиянием вследствие разрыва аневризм сосудов головного мозга. *Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко*. 2006;13(3):3–10.

Lazarev VA, Piradov AN, et al. Recommendation protocol for the management of patients with subarachnoid hemorrhage due to rupture of cerebral aneurysms. *Problems of neurosurgery named after N.N. Burdenko*. 2006;13(3):3–10. (In Russ.).

5. Ткачев В.В., Музлаев Г.Г., Порханов В.А. Микрохирургия церебральных аневризм. Опыт регионального здравоохранения. СПб.; 2019:189.

Tkachev VV, Muzlaev GG, Porhanov VA. Microsurgery of cerebral aneurysms. Experience of regional healthcare. Saint-Petersburg; 2019:189. (In Russ.).

6. Wiebers DO, Whisnant JP, Huston J, et al. Unruptured intracranial aneurysms risk of rupture and risks of surgical intervention. *N Engl J Med*. 1998;339:1725–1733. PMID: 9867550. <https://doi.org/10.1056/NEJM199812103392401>

7. Donnan GA, Davis SM. Patients with small, asymptomatic, unruptured intracranial aneurysms and no history of subarachnoid hemorrhage should be treated conservatively. *Stroke*. 2005;36(2):410–411. PMID: 15618442. <https://doi.org/10.1161/01.STR.0000152272.34969.80>

8. Murayama Y, Takao H, Ishibashi T, et al. Risk analysis of unruptured intracranial aneurysms: prospective 10-year cohort study. *Stroke*. 2016;47:365–371. PMID: 26742803. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.115.010698>

9. Bruneau M, Amin-Hanjani S, Koroknay-Pal P, et al. Surgical clipping of very small unruptured intracranial aneurysms: a multicenter international study. *Neurosurgery*. 2016;78(1):47–52. PMID: 26317673. <https://doi.org/10.1227/NEU.0000000000000991>

10. Carter BS, Sheth S, Chang E, et al. Epidemiology of the size distribution of intracranial bifurcation aneurysms: smaller size of distal aneurysms and increasing size of unruptured aneurysms with age. *Neurosurgery*. 2006;58(2):217–223. PMID: 16462474. <https://doi.org/10.1227/01.NEU.0000194639.37803.F8>

11. Chalouhi N, Penn DL, Tjoumakaris S, et al. Treatment of small ruptured intracranial aneurysms: Comparison of surgical and endovascular options. *J Am Heart Assoc*. 2012;1(4):1–8. PMID: 23130171. PMCID: PMC3487356. <https://doi.org/10.1161/JAHA.112.002865>

12. Dolati P, Pittman D, Morrish WF. The frequency of subarachnoid hemorrhage from very small cerebral aneurysms (< 5 mm): a population-based study. *Cureus*. 2015;7(6):279–283. PMID: 26180703. PMCID: PMC4494560. <https://doi.org/10.7759/cureus.279>

13. Figueredo LF, Pedraza-Ciro MC, Lopez-McCormick JS, et al. Aneurysmal subarachnoid hemorrhage associated with

small aneurysms in smokers and women: a retrospective analysis. *World Neurosurg.* 2019;4:101–106. PMID: 31360917. PMCID: PMC6610703. <https://doi.org/10.1016/j.wnsx.2019.100038>

14. Kashiwazaki D, Kuroda S, et al. Size ratio can highly predict rupture risk in intracranial small (< 5 mm) aneurysms. *Stroke.* 2013;44(8):2169–2173. PMID: 23743979. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.113.001138>

15. Miyazaki Y, Ando E. On the military intracranial aneurysm its significance in subarachnoid hemorrhage. *No Shinkei Geka.* 1976;4(9):853–860. PMID: 988491.

16. Tai J, Liu J, Lv J, et al. Risk factors predicting a higher grade of subarachnoid haemorrhage in small ruptured intracranial aneurysm (< 5 mm). *Neurol Neurochir Pol.* 2019;53:296–303. PMID: 31397878. <https://doi.org/10.5603/PJNNS.a2019.0029>

17. Taylor CL, Steele D, Kopitnik TA, et al. Outcome after subarachnoid hemorrhage from a very small aneurysm: a case-control series. *J Neurosurg.* 2004;100:623–625. PMID: 15070115. <https://doi.org/10.3171/jns.2004.100.4.0623>

18. Rahman M, Smietana J, Hauck E, et al. Size ratio correlates with intracranial aneurysm rupture status: a prospective study. *Stroke.* 2010;41:916–920. PMID: 20378866. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.109.574244>

19. Weir B, Amidei C, Kongable G, et al. The aspect ratio (dome/neck) of ruptured and unruptured aneurysms. *J Neurosurg.* 2003;99(3):447–451. PMID: 12959428. <https://doi.org/10.3171/jns.2003.99.3.0447>

20. Bender MT, Wendt H, Monarch T, et al. Small aneurysms account for the majority and increasing percentage of aneurysmal subarachnoid hemorrhage: a 25-year, single institution study. *Neurosurgery.* 2018;83:692–699. PMID: 29029314. <https://doi.org/10.1093/neuros/nyx484>

21. Qiu T, Jin G, Xing H, et al. Association between hemodynamics, morphology, and rupture risk of intracranial aneurysms: a computational fluid modeling study. *Neurol Sci.* 2017;38:1009–1018. PMID: 28285454. PMCID: PMC5486504. <https://doi.org/10.1007/s10072-017-2904-y>

22. Nahed BV, DiLuna ML, Morgan T, et al. Hypertension, age, and location predict rupture of small intracranial aneurysms. *Neurosurgery.* 2005;57(4):676–683. PMID: 16239879.

23. Orz Y, Kobayashi S, Osawa M, et al. Aneurysm size: a prognostic factor for rupture. *Br J Neurosurg.* 1997;11:144–149. PMID: 9156002. <https://doi.org/10.1080/02688699746500>

24. Wong GKC, Teoh J, Chan EKY, et al. Intracranial aneurysm size responsible for spontaneous subarachnoid haemorrhage. *Br J Neurosurg.* 2013;27(1):34–39. PMID: 22905889. <https://doi.org/10.3109/02688697.2012.70955925>

25. Duan Z, Li Y, Guan S, et al. Morphological parameters and anatomical locations associated with rupture status of small intracranial aneurysms. *Sci Rep.* 2018;8:644–652. PMID: 29691446. PMCID: PMC5915554. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-24732-1>

26. Yonekura M. Small unruptured aneurysm verification (SUAVE Study, Japan) – interim report. *Neurol Med Chir (Tokyo).* 2004;44(4):213–214. PMID: 15185763. <https://doi.org/10.2176/nmc.44.213>

27. Yang ZL, Ni QQ, Schoepf UJ, et al. Small Intracranial Aneurysms: Diagnostic Accuracy of CT Angiography. *Radiology.* 2017;285(3):941–952. PMID: 28654338. <https://doi.org/10.1148/radiol.2017162290>

28. Salary M, Quigley MR, Wilberger JE, et al. Relation among aneurysm size, amount of subarachnoid blood, and clinical outcome. *J Neurosurg.* 2007;107:13–17. PMID: 17639867. <https://doi.org/10.3171/JNS-07/07/0013>

29. Nguyen TN, Raymond J, Guilbert F, et al. Association of endovascular therapy of very small ruptured aneurysms with higher rates of procedure-related rupture. *J Neurosurg.* 2008;108:1088–1092. PMID: 18518708. <https://doi.org/10.3171/JNS.2008.108.6.1088>

30. Zhang Y, Zhang Y, Guo F, et al. Treatment of small and tiny aneurysms before and after flow diversion era: a single center experience of 409 aneurysms. *World Neurosurg.* 2018;116:386–393. PMID: 29751179. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2018.04.213>

Сведения об авторах

Шнякин Павел Геннадьевич, д. м. н., заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и нейрохирургии с курсом ПО, Красноярский государственный медицинский университет им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого; заместитель руководителя регионального сосудистого центра Краевой клинической больницы г. Красноярска, главный внештатный нейрохирург Министерства здравоохранения Красноярского края (Красноярск, Россия). <https://orcid.org/0000-0001-6321-4557>

Усатова Ирина Сергеевна, ассистент кафедры травматологии, ортопедии и нейрохирургии с курсом ПО, Красноярский государственный медицинский университет им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого (Красноярск, Россия). <https://orcid.org/0000-0001-6813-8776>

Трубкин Алексей Валерьевич, аспирант кафедры травматологии, ортопедии и нейрохирургии с курсом ПО, Красноярский государственный медицинский университет им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого (Красноярск, Россия). <https://orcid.org/0000-0003-0449-1823>

Казадаева Инна Александровна, ординатор кафедры нервных болезней с курсом ПО, Красноярский государственный медицинский университет им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого (Красноярск, Россия). <https://orcid.org/0000-0002-1562-6976>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Author credentials

Pavel G. Shnyakin, Dr. Sci (Med.), Head of the Department of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery with a course of postgraduate education, Krasnoyarsk State Medical University named after Professor V.F. Voino-Yasenetsky; Deputy Head of the Regional Vascular Center of Krasnoyarsk Regional Clinical Hospital; Chief freelance neurosurgeon of the Ministry of Health of the Krasnoyarsk Region (Krasnoyarsk, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0001-6321-4557>

Irina S. Usatova, Assistant of the Department of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery with a course of postgraduate education, Krasnoyarsk State Medical University named after Professor V.F. Voino-Yasenetsky (Krasnoyarsk, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0001-6813-8776>

Aleksey V. Trubkin, Postgraduate student of the Department of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery with a course of postgraduate education, Krasnoyarsk State Medical University named after Professor V.F. Voino-Yasenetsky (Krasnoyarsk, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0003-0449-1823>

Inna A. Kazadaeva, Resident of the Department of Nervous Diseases with a course of postgraduate education, Krasnoyarsk State Medical University named after Professor V.F. Voino-Yasenetsky (Krasnoyarsk, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0002-1562-6976>

Conflict of interest: none declared.



Features of the course of coronavirus infection in patients after thoracic and cardiac surgery

© Vladimir A. Porhanov¹, Ivan S. Kazimirov¹, Zoya G. Tatarintseva^{1*}, Vladimir V. Shtraub¹, Valeria E. Kholodova¹, Alexander A. Khalafyan²

¹ Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital no. 1, Krasnodar, Russian Federation

² Kuban State University, Krasnodar, Russian Federation

* Zoya G. Tatarintseva, Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital no. 1, 1 Maya str., 167, Krasnodar, 350086, z.tatarintseva@list.ru

Received: November 4, 2021. Received in revised form: February 18, 2022. Accepted: February 28, 2022.

Abstract

Objective: To study the features of the coronavirus infection course in cardiosurgical and thoracic patients to determine the factors potentially affecting the possibility of lethal outcome. To identify the predictors of fatal outcome based on the analyses of the features of the coronavirus infection course in this category of patients.

Material and methods: During the analyzed period 80 patients from the departments of thoracic surgery and cardiac surgery were transferred to the infectious diseases department: 20 patients from the cardiac surgery department (CSD) – group 1; 60 patients from the thoracic surgery departments (TSD) – group 2. A control group number 3 consisting of 59 non-thoracic and non-cardiosurgical patients was also formed. According to the disease outcome the patients were divided into two groups: group 1 – fatal outcome, group 2 – recovery.

Results: Out of 80 patients, lethal outcome was recorded in 25 cases: 22 patients of the thoracic profile (36% of the total number of transferred from this department) and 3 patients of the cardiosurgical profile (15% of the total number of those transferred from the cardiac surgery department). 20 out of 20 cardiac patients had been operated on the day before, 49 out of 60 thoracic patients also underwent surgery. 3 people from the group of non-operated patients transferred from departments of thoracic surgery died. Moreover, after pneumonectomy, fatal outcome was recorded in 7 out of 8 cases (87.5%).

Conclusion: During the analyses of indicators it was revealed that the number of fatal outcomes in patients of the thoracic profile with COVID-19 infection is higher than of the cardiosurgical profile and in the infectious diseases department. Presumably, this is due to the fact that coronavirus infection affects the lungs to a greater extent, and in patients with a thoracic profile (in particular, those who have undergone resection interventions), the volume of the lung parenchyma is initially reduced. This is confirmed particularly by the highest percentage of fatal outcomes after pneumonectomy. Cardiosurgical patients after surgical interventions do not have a reduction in the functioning lung parenchyma, which creates an additional “reserve” for recovery. Moreover, men predominate among patients of the thoracic profile, with the survival rate lower in all groups compared to women. Patients transferred from thoracic departments showed higher rates of systemic inflammation, which indicates a more severe course of the viral infection and the possible development of complications.

When analyzing the predictors of lethal outcome, the following factors were identified: male gender and, in general, a more severe course of a viral infection (low saturation, a high percentage of lung lesions on CT, more pronounced changes in laboratory screening). The studied factors are associated with a large number of fatal outcomes in thoracic and cardiac surgery patients. Among the factors that do not affect the prognosis are diabetes mellitus, stroke and myocardial infarction in history.

Thus, patients diagnosed with coronavirus infection that developed after thoracic surgery had the most unfavorable prognosis. The revealed patterns are of interest for optimizing the routing of this category of patients in order to prevent coronavirus infection.

Keywords: coronavirus, coronavirus infection, COVID-19, cardiac surgery, thoracic surgery, pneumonectomy, fatal outcome

Cite this article as: Porhanov V.A., Kazimirov I.S., Tatarintseva Z.G., Shtraub V.V., Kholodova V.E., Khalafyan A.A. Features of the course of coronavirus infection in patients after thoracic and cardiac surgery. *Innovative Medicine of Kuban*. 2022;(1):27–37. <https://doi.org/10.35401/2500-0268-2022-25-1-27-37>

Особенности течения коронавирусной инфекции у пациентов, перенесших торакальные и кардиохирургические операции

© В.А. Порханов¹, И.С. Казимиров¹, З.Г. Татаринцева^{1*}, В.В. Штрауб¹, В.Е. Холодова¹, А.А. Халафян²

¹ Научно-исследовательский институт – Краевая клиническая больница № 1 им. проф. С.В. Очаповского, Краснодар, Россия

² Кубанский государственный университет, Краснодар, Россия

* З.Г. Татаринцева, НИИ – ККБ № 1 им. проф. С.В. Очаповского, 350086, Краснодар, ул. 1 Мая, 167, z.tatarintseva@list.ru

Поступила в редакцию 4 ноября 2021 г. Исправлена 18 февраля 2022 г. Принята к печати 28 февраля 2022 г.



Резюме

Цель: Изучить особенности течения коронавирусной инфекции у пациентов кардиохирургического и торакального профиля для установления факторов, потенциально влияющих на наступление летального исхода.

Выявить предикторы летального исхода на основе анализа особенностей течения коронавирусной инфекции у данной категории пациентов.

Материал и методы: За анализируемый период в инфекционное отделение переведено 80 пациентов из отделений торакальной хирургии и кардиохирургии: 20 – из кардиохирургического отделения – группа 1; 60 пациентов из отделений торакальной хирургии – группа 2. Контрольная группа сформирована из 59 пациентов не торакального и не кардиохирургического профиля – группа 3. Пациенты по исходу заболевания разделены на две группы: группа 1 – наступление летального исхода, группа 2 – выздоровление.

Результаты: Из 80 больных летальный исход зафиксирован у 25: у 22 пациентов торакального профиля (36% от общего числа переведенных из данного отделения) и 3 пациентов кардиохирургического профиля (15% от общего количества переведенных из отделения кардиохирургии). 20 из 20 кардиохирургических пациентов были накануне прооперированы, 49 из 60 торакальных пациентов также перенесли хирургическое вмешательство. Из неоперированных пациентов, переведенных из отделений торакальной хирургии, умерли 3 человека. Причем после пневмонэктомии летальный исход зафиксирован в 7 из 8 случаев (87,5%).

Заключение: При анализе показателей выявлено, что число летальных исходов пациентов торакального профиля в условиях ковидной инфекции выше, чем кардиохирургического профиля и в инфекционном отделении. Предположительно данный факт обусловлен тем, что коронавирусная инфекция в большей степени поражает легкие, а у пациентов торакального профиля (в частности, перенесших резекционные вмешательства) объем легочной паренхимы изначально уменьшен. В частности, это подтверждается наибольшим процентом летальных исходов после пневмонэктомии. У кардиохирургических пациентов после оперативных вмешательств нет редукции функционирующей паренхимы легких, что создает дополнительный «резерв» для выздоровления. Кроме того, среди пациентов торакального профиля преобладают мужчины, уровень выживаемости которых ниже во всех группах по сравнению с женщинами. У пациентов, переведенных из торакальных отделений, выявлены более высокие показатели системного воспаления, что свидетельствует о более тяжелом течении вирусной инфекции и возможном развитии бактериальных осложнений.

При анализе предикторов летального исхода выявлены следующие факторы: мужской пол и в целом более тяжелое течение вирусной инфекции (низкая сатурация, высокий процент поражения легких по КТ, более выраженные изменения при лабораторном скрининге). Исследуемые факторы ассоциированы с большим числом летальных исходов пациентов торакального и кардиохирургического профиля. Из факторов, не влияющих на прогноз, – сахарный диабет, острое нарушение мозгового кровообращения и инфаркт миокарда в анамнезе.

Таким образом, у пациентов с диагностированной коронавирусной инфекцией, развившейся после перенесенных торакальных оперативных вмешательств, выявлен наиболее неблагоприятный прогноз. Полученные закономерности представляют интерес для оптимизации маршрутизации данной категории пациентов с целью профилактики коронавирусной инфекции.

Ключевые слова: коронавирус, коронавирусная инфекция, COVID-19, кардиохирургические операции, торакальная хирургия, пневмонэктомия, летальный исход

Цитировать: Порханов В.А., Казимиров И.С., Татаринцева З.Г., Штрауб В.В., Холодова В.Е., Халафян А.А. Особенности течения коронавирусной инфекции у пациентов, перенесших торакальные и кардиохирургические операции. *Инновационная медицина Кубани*. 2022;(1):27–37. <https://doi.org/10.35401/2500-0268-2022-25-1-27-37>

Introduction

COVID-19 (short for COroNaVirus Disease 2019 – coronavirus infection of 2019) – is an acute respiratory infection caused by the SARS-CoV-2 coronavirus [1]. It is a disease [2] with various forms of course – both mild [3–5] and severe [9]. The virus infects various human organ systems through direct infection [6] or through the body's immune system response [7]. The most frequent way of development of the disease course is viral pneumonia, which can lead to acute respiratory distress syndrome (ARDS) and acute respiratory failure, which requires oxygen therapy and respiratory support [8]. Complications include multiple organ failure, septic shock, and venous thromboembolism [9]. The symptom complex includes fever, general weakness and dry cough. Also, after an infection, the formation of a post covid syndrome is possible [10, 11].

Due to the WHO declaration of a pandemic on January 30, 2020, by order of the chief physician, an infectious diseases department was created at the Scientific Research Institute – Ochapovsky Clinical Hospital no. 1. The number of hospital beds changed dynamically from

90 to 310, including the beds in intensive care unit – from 25 to 110, depending on the epidemiological situation in the Krasnodar Region. The purpose of the infectious diseases hospital is to provide high-quality and qualified medical care to patients who have been diagnosed with coronavirus infection. Since the Scientific Research Institute – Ochapovsky Clinical Hospital no. 1 is the center of thoracic and cardiac surgery in the region, it was decided to conduct a retrospective analysis of the medical histories of patients diagnosed with coronavirus infection, that developed after thoracic and/or cardiac surgery, in order to determine the characteristic features of the course of coronavirus infection in this category of patients.

Objective

To study the features of the coronavirus infection course in cardiosurgical and thoracic patients based on a retrospective analysis of the medical histories of infectious diseases hospital patients as well as to conduct a comparative analysis of factors potentially affecting the possibility of fatal outcome. To identify the predictors of

lethal outcome based on the analysis of the features of the coronavirus infection course in this category of patients.

Material and methods

A retrospective analysis of the case histories of patients transferred to the infectious diseases department from the thoracic department and the department of cardiac surgery of the Scientific Research Institute – Ochapovsky Clinical Hospital no. 1 during the period from May 2020 till September 2021 has been carried out. During the analyzed period 80 patients from the departments of thoracic surgery and cardiac surgery were transferred to the infectious diseases department: 20 patients from the cardiac surgery department (CSD) – group 1; 60 patients from the thoracic surgery departments (TSD) – group 2. A control group number 3 consisting of 59 non-thoracic and non-cardiosurgical patients was also formed. According to the disease outcome the patients were divided into two groups: group 1 – fatal outcome, group 2 – recovery.

An analysis was carried out with the following comparison of groups of patients according to such indicators as gender, age, total percentage of lung parenchyma damage on admission (CT scan of chest₁) to the infectious diseases department and the highest during hospitalization (CT scan of chest₂), oxygen saturation upon admission (SpO₁) and the lowest indicator during the period of hospitalization (SpO₂). The presence of concomitant pathologies in the anamnesis was also taken into account: myocardial infarction (MI), diabetes mellitus (DM), acute cerebrovascular accident (CVA). The glomerular filtration rate was calculated using the Cockcroft-Gault formula (GFR), along with the body mass index (BMI). Based on the results of laboratory examination, a comparative analysis of the following data was carried out: the total number of leukocytes at the time of admission (Leukocytes₁) and also the highest index (Leukocytes₂), the total number of lymphocytes at the time of admission (Lymphocytes₁) and the lowest rate during the period of hospitalization (Lymphocytes₂), the level of C-reactive protein at admission (CRP₁) and highest level during the period of hospitalization (CRP₂), lactate dehydrogenase level at admission (LDH₁) and highest result during the hospitalization period (LDH₂), ferritin level at admission (Ferritin₁) and highest indicator during the hospitalization period (Ferritin₂), the number of hospital bed-days (BD), whether the patient was in the intensive care unit or not (ICU), the number of bed-days in the intensive care unit (duration of stay in ICU), the need for non-invasive (NIV: high-flow oxygen therapy and/or CIPAP), and/or invasive ventilation (IV), mortality (yes, no).

Statistical analysis of the study results was carried out using Statistica 13.3 (USA, Tibco). For paired intergroup comparisons the Mann-Whitney U test was used. Statistical significance is determined at $p < 0.05$, the

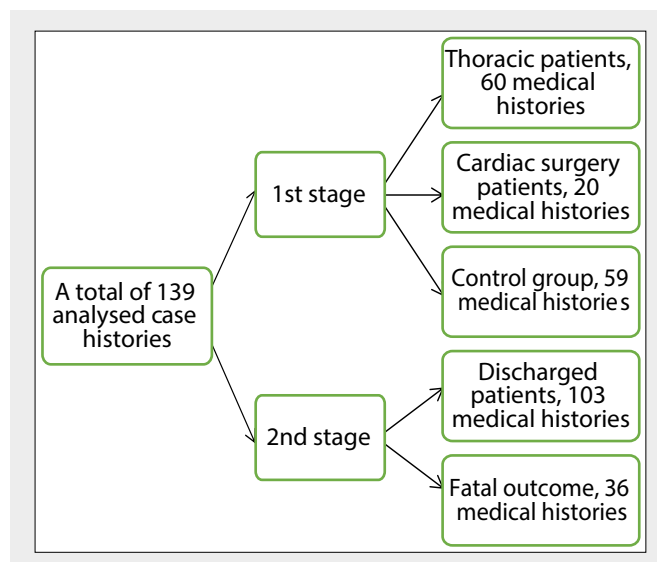


Figure 1. Study design scheme

Рисунок 1. Схема дизайна исследования

values of p rounded to two decimal places. Additionally, the Wald-Wolfowitz test was applied to derive average values. Span charts were used to graphically illustrate the differences and similarities of mean scores.

Results and discussion

During the period from May 2020 to September 2021, 3414 patients were treated in the infectious diseases department. There were 645 cases of fatal outcome. Out of the 80 patients transferred from the departments of thoracic surgery and cardiac surgery, lethal outcome was recorded in 25 people: 22 patients of the thoracic profile (36% of the transferred), and 3 patients of the cardiac surgery department, which equals 15%. 20 out of 20 cardiosurgical patients were operated on, as well as 49 out of 60 people of thoracic profile. Out of the patients that didn't receive surgical treatment, transferred from the departments of thoracic surgery, 3 people died. After pneumonectomy there were 7 out of 8 lethal cases reported (87.5%).

The general characteristics of the quantitative indicators of patients during their stay in the infectious diseases department are demonstrated in Table 1.

Based on the comparative characteristics, it can be concluded that the cardiosurgical and thoracic groups are more different from the control group and the differences between the first two are less pronounced. The groups differ statistically remarkable in age: control (55.07) and thoracic (62.95), control and cardiac surgery (64.05). The patient of the greatest age is in the cardiosurgical group (84 years old), the youngest – in the control group (21 years old). The need for NIV is the highest in the thoracic group (63.3%), the lowest – in the control group (30.3%), and rather high in the cardiac surgery group (50%). The statistical significance of the index difference

Table 1
Summary table of quantitative indicators of patients of group 1 – cardiac surgery patients, group 2 – thoracic patients, 3 – control group
Таблица 1

Итоговая таблица количественных показателей пациентов: группа 1 – кардиохирургические больные, группа 2 – торакальные больные, 3 – контрольная группа

	Group 1 (n = 20)	Group 2 (n = 60)	Group 3 (n = 59)	<i>p_{1,2}</i>	<i>p_{1,3}</i>	<i>p_{2,3}</i>
Age	64,05 ± 8,10 (42, 84)	62,95 ± 10,27 (29, 81)	55,06 ± 14,94 (21, 89)	1,00	0,02	0,00
BMI, kg/m ²	30,01 ± 9,87	28,71 ± 8,67	29,42 ± 10,34	0,33	0,28	0,56
Concomitant pathology						
GFR, ml/min	104,38 ± 42,15	124,8 ± 38,42	113,4 ± 64,12	0,46	0,21	0,18
Clinical characteristics						
SpO _{2,1} , %	91,75 ± 5,07 (85, 98)	92,53 ± 5,62 (76, 99)	87,47 ± 10,08 (68, 98)	0,88	1,00	0,02
SpO _{2,2} , %	86,55 ± 8,87 (68, 97)	87,65 ± 7,87 (68, 97)	82,94 ± 11,05 (68, 98)	1,00	0,66	0,08
Need for NIV, %	50,0% (10 ppl.)	63,3% (38 ppl.)	30,5% (18 ppl.)	0,29	0,10	0,00
Laboratory indicators						
CRP ₁ , g/l	102,37 ± 59,26 (16,2, 276)	105,67 ± 75,68 (3,92, 320)	50,74 ± 50,16 (0,6, 196,88)	1,00	0,00	0,00
CRP ₂ , g/l	112,23 ± 59,71 (20, 276)	138,55 ± 94,72 (14, 200)	79,53 ± 63,12 (4, 208)	1,00	0,19	0,00
LDH ₁ , IU/l	440,30 ± 284,54 (195, 1329)	455,12 ± 296,89 (130, 2172)	658,07 ± 386,75 (213, 1898)	1,00	0,00	0,00
LDH ₂ , IU/l	579,65 ± 376,60 (195, 1635)	813,61 ± 509,21 (233, 670)	1352,94 ± 1335,2 (213, 9406)	0,18	0,00	0,02
Ferritin ₁ , ng/ml	685,85 ± 589,14 (134, 2604)	652,45 ± 481,88 (13,4, 2494)	855,08 ± 927,66 (94,9, 5395)	1,00	1,00	1,00
Ferritin ₂ , ng/ml	1071,90 ± 804,80 (134, 2867)	1279,12 ± 1384,16 (60, 2669)	1313,37 ± 1702,49 (26, 2742)	1,00	1,00	1,00
Leukocytes ₁ , 10 ⁹ /l	7,27 ± 2,65 (2,8, 12,79)	7,81 ± 5,40 (1,8, 31,04)	8,69 ± 6,55 (2,0, 46,9)	1,00	1,00	0,82
Leukocytes ₂ , 10 ⁹ /l	14,16 ± 8,67 (5,57, 34,22)	18,45 ± 10,73 (3,3, 45,67)	14,88 ± 8,95 (4,6, 54,76)	0,21	1,00	0,3
Lymphocytes ₁ , 10 ⁹ /l	1,25 ± 0,63 (0,38, 2,87)	1,11 ± 0,68 (0,22, 3,67)	1,11 ± 0,57 (0,4, 3,65)	0,49	0,94	1,00
Lymphocytes ₂ , 10 ⁹ /l	0,69 ± 0,35 (0,21; 1,35)	0,67 ± 0,46 (0,05; 1,3)	0,65 ± 0,47 (0,12; 3)	1,00	1,00	1,00
Instrumental methods of examination						
CT Scan of chest ₁ , %	13,87 ± 10,13 (4, 25)	26,88 ± 19,35 (5, 80)	45,91 ± 30,45 (4, 100)	0,32	0,00	0,01
CT Scan of chest ₂ , %	51,78 ± 32,21 (5, 90)	46,22 ± 26,42 (5, 95)	61,27 ± 27,96 (5, 100)	1,00	0,02	0,76
Hospitalization results						
BD, bed-days	15,80 ± 9,34 (6, 44)	13,45 ± 7,47 (6, 31)	12,49 ± 9,48 (4, 36)	0,81	0,65	1,00
Duration of stay in ICU, bed-days	10,00 ± 2,58 (6, 14)	10,23 ± 7,51 (1, 31)	11,82 ± 13,29 (2, 69)	1,00	1,00	1,00

Note: * The minimum and maximum values of indicators are indicated in parentheses; *p_{1,2}*, *p_{1,3}*, *p_{2,3}* – significance levels of the Kruskal–Wallis test for comparing indicators, respectively, in groups 1 and 2, 1 and 3, 2 and 3; *p* < 0.05 are in bold italics, *p* is rounded to two decimal places

Прим.: * В скобках указано минимальное и максимальное значение показателей; *p_{1,2}*, *p_{1,3}*, *p_{2,3}* – уровни значимости критерия Краскела – Уоллиса сравнения показателей, соответственно в группах 1 и 2, 1 и 3, 2 и 3; *p* < 0,05 выделены жирным курсивом, *p* округлены до второго знака после запятой

was achieved only when comparing the thoracic and cardiosurgical groups.

According to the results of the chest organs CT scan the average percentage of lung damage on admission is statistically notably higher in the control group (45.91%), compared to the thoracic (26.88%) and cardiac surgery (13.87%) groups. This probably has to do with the fact that patients are transferred from the cardiac and thoracic departments in the early stages of the disease, in comparison to the control group. According to the average value of the worst result of the lung parenchyma involvement percentage during the period of hospitalization, the control (61.27%) and thoracic (46.22%) groups are statistically significantly different. The difference between the cardiac surgery (51.78) and control groups is not considered to be significant. The lower average value of the lung parenchymal lesions percentage in the thoracic group is probably due to the peculiarities of calculating the lesion volume. After undergoing a resection intervention, the remaining lungs parenchyma is considered to be 100%, while the parenchyma lost as the result of operation is not taken into account.

In the thoracic and cardiac surgical groups, in comparison to the control group, substantially higher levels of C-reactive protein were found at admission, which is probably due to the early postoperative period [12]. Also, the level of the average worst indicator of C-reactive protein is notably higher in the thoracic group than in the control group, which may indicate a more severe course of the viral infection and possible complications. At the same time, from the diagrams presented in figure 1 it can be seen that the values of CRP_1 , CRP_2 , determined by the lower (25%) and upper (75%) quartiles and ranges, are drastically higher in the thoracic group than in the other two.

Table 2 reflects the final characteristics of the categorical indicators of the 3 groups. The correlation between the gender of the patient and belonging to groups 1, 2, 3 is moderate, statistically significant. It is reflected through the fact that women predominate in the control group (68.42%), represent a considerably smaller number in the cardiac surgery group (5.26%) and an intermediate value in the thoracic group (26.32%). Men show a more evenly spread distribution.

During the analyses of publications with similar problems [13] a pattern was revealed (figure 2), that is represented in a greater number of identified complications in postoperative diagnosis of COVID than in pre-operative diagnosis. Mostly the complications are in the form of pneumonia – 42%, and acute kidney injury – 20.3%; mortality in postoperative diagnosis of COVID was 20.8%.

When conducting a comparative analysis (table 3) of patients, divided into the groups fatal outcome and of survival, it was established that they were statistically

Span diagram for multiple group variables by Group

Table 30 v * 139 c

Median, Rectangle 25–75%, Segment: span without selection

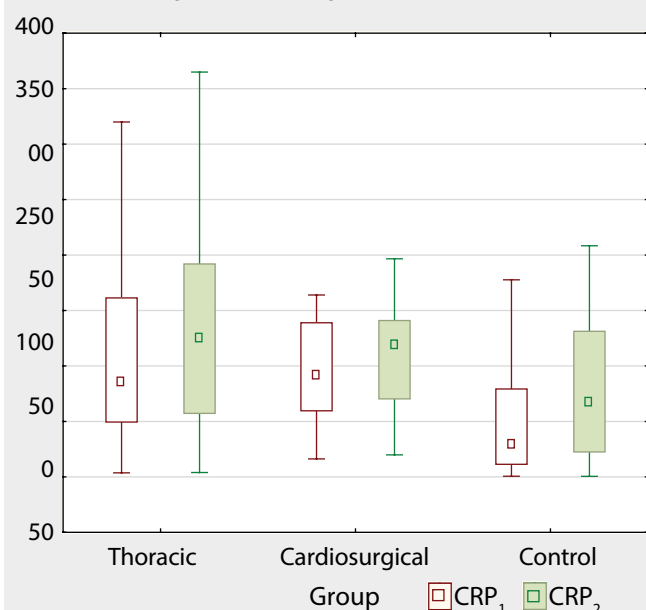


Figure 2. Diagrams of CRP_1 and CRP_2 ranges

Рисунок 2. Диаграммы размаха CRP_1 и CRP_2

essentially different in the average values of all indicators except for Lymphocytes₁ and BD. The average age in the “yes” group was higher (64.47) than in the “no” group (58.11). The average saturation level at admission in the “yes” group (87.25) was lower than in the “no” group (91.33), the average worst saturation level in the “yes” group (77.05) was lower than in the group “no” (88.44). According to the CT scan of the chest at admission the average values of the lung damage percentage in the “yes” group (48.73) were higher than in the “no” group (31.73). The worst result of chest lesion percent in the “yes” group (74.21) is higher than in the “no” group (46.83).

During the analyses of the laboratory research methods data at admission, the level of leukocytes₁ (10.99), CRP_1 (113.41), LDH₁ (719.17), ferritin₁ (2543.31) is higher in the “yes” group than the level of leukocytes₁ (7.11), CRP_1 (70.86), LDH₁ (476.21), ferritin₁ (590.25) in the “no” group. According to laboratory methods of examining the average values of the worst indicators it was established that the level of leukocytes₂ (27.1), CRP_2 (190.59), LDH₂ (1453.81), ferritin₂ (2543.31) is higher in the “yes” group than the level of leukocytes₂ (12.5), CRP_2 (81.45), LDH₂ (853.37), ferritin₂ (816.65) in the “no” group. The level of lymphocytes₁ at admission in the “yes” group (1.00) is lower than in the “no” group (1.17). Length of stay in the ICU in the “yes” group is higher (12.97) than in the “no” group (8.83). The total duration of stay in the infectious diseases department (number of bed-days) did not differ significantly in both groups ($p > 0.05$).

Table 2
Summary table of categorical indicators of patients: group 1 – cardiac surgery patients,
group 2 – thoracic patients, 3 – control group
Таблица 2

Итоговая таблица категориальных показателей пациентов: группа 1 – кардиохирургические больные,
группа 2 – торакальные больные, 3 – контрольная группа

	Group 1 (n = 20)	Group 2 (n = 60)	Group 3 (n = 59)	Pearson's X ² <i>p</i>	Max Pearson's X ² <i>p</i>	Phi co- efficient	Contingency coefficient	Cramer's <i>V</i>	Spearman's correlation
Sex female	2 (5,26%)	10 (26,32%)	26 (68,42%)	0,00	0,00	0,33	0,31	0,33	0,28
male	18 (17,82%)	50 (49,50%)	33 (32,67%)						
DM, %	No			0,04	0,04	0,21	0,21	0,21	0,21
	16 (14,81%)	52 (48,15%)	40 (37,04%)						
	Yes								
	4 (12,90%)	8 (25,81%)	19 (61,29%)						
MI, %	No			0,00	0,00	0,51	0,45	0,51	-0,03
	6 (5,41%)	52 (46,85%)	53 (47,75%)						
	Yes								
	14 (50,00%)	8 (28,57%)	6 (21,43%)						
Stroke, %	No			0,19	0,26	0,09	0,09	0,08	-0,08
	19 (14,18%)	57 (42,54%)	58 (43,28%)						
	Yes								
	1 (20,00%)	3 (60,00%)	1 (20,00%)						
SpO ₁	RF 0			0,00	0,00	0,41	0,38	0,29	0,15
	5 (12,50%)	22 (55,00%)	13 (32,50%)						
	RF I								
	13 (19,12%)	30 (44,12%)	25 (36,76%)						
	RF II								
	2 (11,76%)	8 (47,06%)	7 (41,18%)						
	RF III								
	0 (0,00%)	0 (0,00%)	14 (100,00%)						
SpO ₂	RF 0			0,00	0,00	0,39	0,37	0,28	0,23
	2 (14,29%)	8 (57,14%)	4 (28,57%)						
	RF I								
	10 (14,49%)	32 (46,38%)	27 (39,13%)						
	RF II								
	6 (21,43%)	16 (57,14%)	6 (21,43%)						
	RF III								
	2 (7,14%)	4 (14,29%)	22 (78,57%)						

Table 2 continuation
Продолжение Таблицы 2

	Group 1 (n = 20)	Group 2 (n = 60)	Group 3 (n = 59)	Pearson's X ² <i>p</i>	Max Pearson's X ² <i>p</i>	Phi co- efficient	Contingency coefficient	Cramer's <i>V</i>	Spearman's correlation
CT Scan of chest ₁	Mild			0,00	0,00	0,43	0,39	0,31	0,16
	8 (16,67%)	21 (43,75%)	19 (39,58%)						
	Average								
	0 (0,00%)	7 (33,33%)	14 (66,67%)						
	Severe								
	0 (0%)	6 (31,58%)	13 (68,42%)						
	Extremely severe								
	0 (0%)	1 (7,69%)	12 (92,31%)						
CT Scan of chest ₂	Mild			0,23	0,20	0,25	0,24	0,18	-0,15
	4 (16,67%)	13 (54,17%)	7 (29,17%)						
	Average								
	3 (9,38%)	15 (46,88%)	14 (43,75%)						
	Severe								
	2 (7,41%)	12 (44,44%)	13 (48,15%)						
	Extremely severe								
	5 (12,82%)	10 (25,64%)	24 (61,54%)						
ICU	Yes			0,19	0,19	0,15	0,15	0,15	0,15
	10 (13,16%)	38 (50,00%)	28 (36,84%)						
	No								
	10 (15,87%)	22 (34,92%)	31 (49,21%)						
Fatal outcome, %	Yes			0,04	0,04	0,21	0,21	0,21	0,19
	3 (8,33%)	22 (61,11%)	11 (30,55%)						
	No								
	17 (6,66%)	38 (36,89%)	48 (46,6%)						

Certain patterns were established using contingency tables (crosstabulation) in the analysis of correlation between categorical indicators of patients and mortality (table 4).

The correlation between the gender of the patient and belonging to groups 1 and 2 is weak, statistically significant (table 4). The distribution of mortality rates ("yes" and "no") in the group of men corresponds to 31.68 and 68.32%, in the group of women – 10.53 and 89.47% respectively. Therefore, the fatality rate is higher among men. The correlation between the patient's belonging to groups 1 and 2 and subgroups of the categorical indicator is not fundamental for indicators of DM, MI, CVA.

In all cases of the thoracic, cardiac surgery and control groups the difference in survival in the subgroups did

not reach statistical significance in accordance with the Gehan-Wilcoxon test ($p > 0.05$), which is explained by the small number of patients in the subgroups.

Conclusions

When analyzing the indicators, it was revealed that the number of fatal outcomes of patients of the thoracic profile in conditions of a COVID infection is at a higher level than that of patients of a cardiosurgical profile, and in the infectious diseases department. Probably, this has to do with the fact that coronavirus infection affects the lungs to a greater extent, and in patients of the thoracic profile (in particular, those who have undergone resection interventions), the volume of the lung parenchyma is initially reduced. This is confirmed

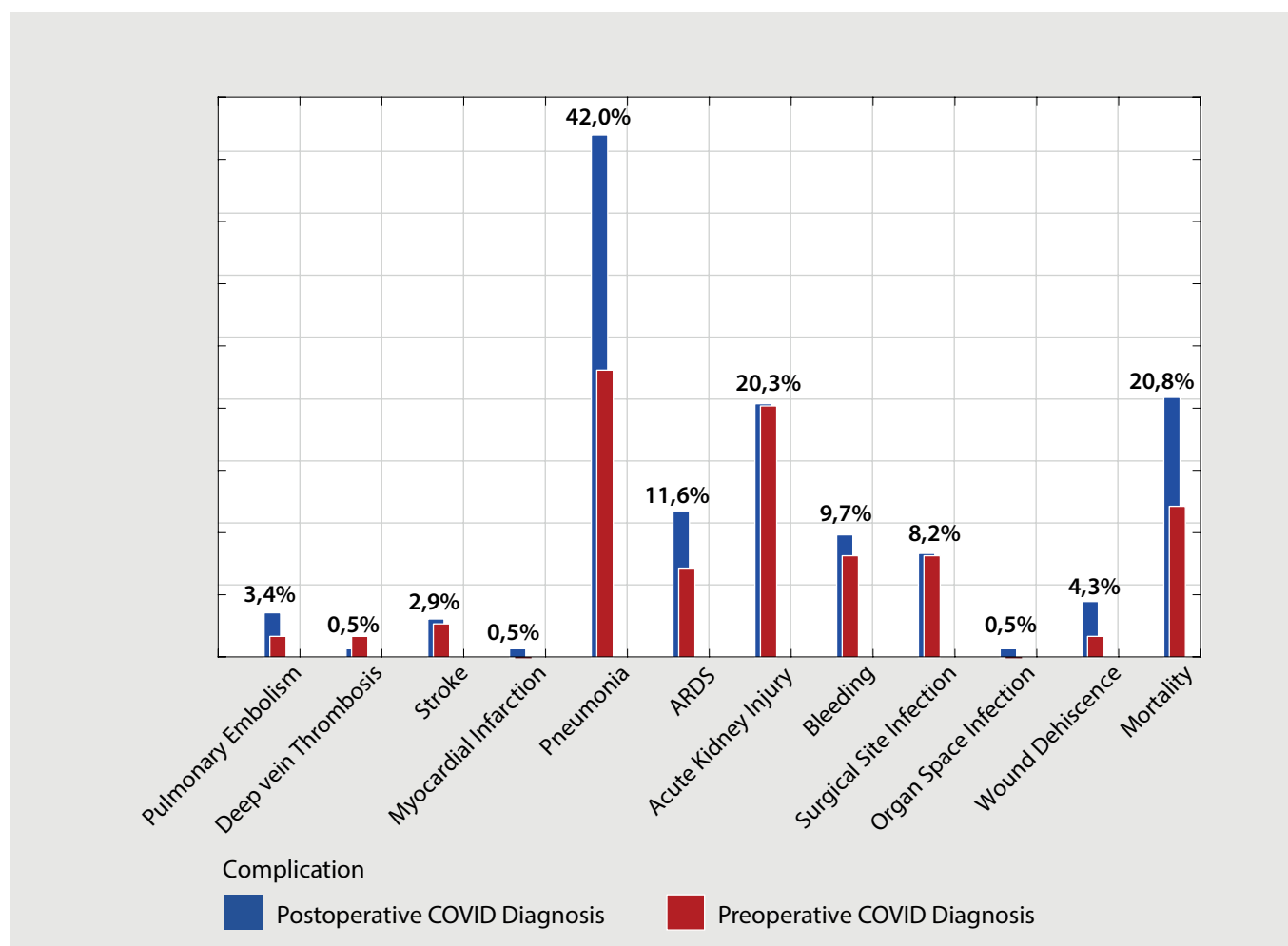


Figure 3. Total number of complications in the preoperative and postoperative period
Рисунок 3. Общее число осложнений в предоперационном и постоперационном периоде

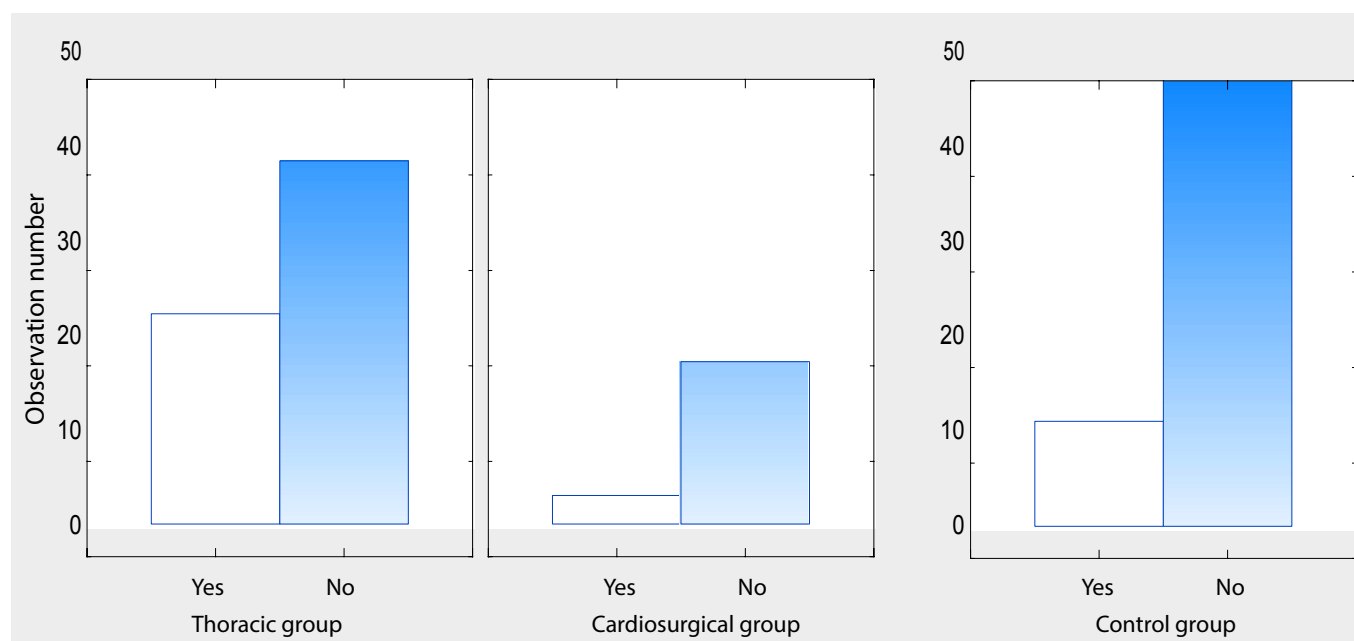


Figure 4. Distribution of mortality rates by groups
Рисунок 4. Распределение частот летальности по группам

Table 3
Summary table of the data of patients with lethal outcome and in control group (discharged patients)
Таблица 3

Итоговая таблица данных пациентов группы с летальным исходом и контрольной группы (выписанные пациенты)

	Fatal outcome yes (<i>n</i> = 36)	Fatal outcome no (<i>n</i> = 103)	<i>p</i>
Age	64,47	58,11	0,01
Clinical characteristics			
SaO ₁ , %	87,25	91,33	0,02
SaO ₂ , %	77,05	88,44	0,00
Laboratory indicators			
Leukocytes ₁ , 10 ⁹ /l	10,99	7,11	0,01
Leukocytes ₂ , 10 ⁹ /l	27,1	12,5	0,00
Lymphocytes ₁ , 10 ⁹ /l	1,00	1,17	0,18
Lymphocytes ₂ , 10 ⁹ /l	0,30	0,79	0,00
CRP ₁ , g/l	113,41	70,86	0,00
CRP ₂ , g/l	190,59	81,45	0,00
LDH ₁ , IU/l	719,17	476,21	0,00
LDH ₂ , IU/l	1453,81	853,37	0,00
Ferritin ₁ , ng/ml	1181,08	590,25	0,00
Ferritin ₂ , ng/ml	2543,31	816,65	0,00
Instrumental methods of examination			
CT Scan of chest ₁ , %	48,73	31,73	0,01
CT Scan of chest ₂ , %	74,21	46,83	0,00
Hospitalization results			
BD	14	13	0,54
ICU, %	12,97	8,83	0,03

Note: * *p* is the significance level of the Mann—Whitney U test

Прим.: * *p* – уровень значимости критерия Манна—Уитни

Table 4
Summary table of categorical values of patients with lethal outcome and in control group (discharged patients)
Таблица 4

Итоговая таблица категориальных показателей пациентов группы с летальным исходом и контрольной группы (выписанные пациенты)

	Fatal outcome yes (<i>n</i> = 36)	Fatal outcome no (<i>n</i> = 103)	Pearson's χ^2 <i>p</i>	Max Pearson's χ^2 <i>p</i>	Phi coef- ficient	Contingency coefficient	Spearman's correlation
Sex female male	4 (10,53%) 32 (31,68%)	34 (89,47%) 69 (68,32%)	0,01	0,00	0,21	0,21	0,21
DM, %	No		0,98	0,98	0,00	0,00	0,00
	28 (25,93%)	80 (74,07%)					
	Yes						
MI, %	8 (25,81%)	23 (74,19%)	0,71	0,72	-0,03	0,03	-0,03
	No						
	28 (25,23%)	83 (74,77%)					
Stroke, %	Yes		0,75	0,75	0,02	0,02	0,02
	35 (26,12%)	99 (73,88%)					
	1 (20,00%)	4 (80,00%)					

particularly by the highest percentage of lethal outcomes after pneumonectomy. In cardiac surgery patients, after surgical interventions, there is no reduction in the functioning lung parenchyma, which creates an additional “reserve” for recovery. In addition, men predominate among the patients of a thoracic profile and their survival rate is lower in all groups, compared with that of women.

In patients transferred from the thoracic departments, higher acute phase indicators were detected, which demonstrates a more severe course of the viral infection and the possible development of bacterial complications.

When analyzing the predictors of lethal outcome, the following factors were identified: male gender and, in general, a more severe course of a viral infection (low saturation, a high percentage of lung lesions on CT, more pronounced changes in laboratory screening). The studied factors are associated with a large number of fatal outcomes in thoracic and cardiac surgery patients. Among the factors that do not affect the prognosis are diabetes mellitus, stroke and myocardial infarction in history.

Thus, patients diagnosed with coronavirus infection that developed after thoracic surgery had the most unfavorable prognosis. The revealed patterns are of interest for optimizing the routing of this category of patients in order to prevent coronavirus infection.

References/Литература

1. Novel coronavirus (2019-nCoV). *World Health Organization Europe*; 2020. URL: https://www.euro.who.int/en/health-topics/health-emergencies/novel-coronavirus-2019-ncov_old
2. Coronavirus infection 2019-nCoV is included in the list of dangerous diseases. *Ministry of Health of the Russian Federation*; 2020. (In Russ.). URL: <https://minzdrav.gov.ru/news/2020/02/02/13258-koronavirusnaya-infektsiya-2019-ncov-vnesena-v-perechen-opasnyh-zabolevaniy>
3. Beeching NJ, Fletcher TE, Fowler R. Coronavirus disease 2019 (COVID-19). *BMJ Best Practice*. 2020. URL: <https://bestpractice.bmj.com/topics/en-us/3000168>
4. Heymann DL, Shindo N. COVID-19: what is next for public health? *Lancet*. 2020;395(10224):542–545. PMID: 32061313. PMCID: PMC7138015. [http://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30374-3](http://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30374-3)
5. Prevention, diagnosis and treatment of novel coronavirus infection (COVID-19). Interim guidelines (version 14). *Ministry of Health of the Russian Federation*; 2021. (In Russ.). URL: https://static-0.rosminzdrav.ru/system/attachments/attaches/000/049/629/original/Временные_MP_COVID-19_03.03.2020_%28версия_3%29_6-6.pdf?1583255386
6. Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (COVID-19). Временные методические рекомендации (версия 14). *Министерство здравоохранения Российской Федерации*; 2021. URL: https://static-0.rosminzdrav.ru/system/attachments/attaches/000/049/629/original/Временные_MP_COVID-19_03.03.2020_%28версия_3%29_6-6.pdf?1583255386

6. Clinical management of severe acute respiratory infection when novel coronavirus (nCoV) infection is suspected. *World Health Organization*; 2020. URL: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/330893>

7. Trypsteen W, Cleemput JV, Snippenberg WV, et al. On the whereabouts of SARS-CoV-2 in the human body: A systematic review. *PLOS Pathogens*. 2020;16(10):e1009037. PMID: 33125439. PMCID: PMC7679000. <http://doi.org/10.1371/journal.ppat.1009037>

8. Avdeev SN. Practical guidance for oxygen treatment and respiratory support of patients with COVID-19 infection before admission to intensive care unit. *Pulmonology*. 2020;30(2):151–163. (In Russ.). <https://doi.org/10.18093/0869-0189-2020-30-2-151-163>

Авдеев С.Н. Практические рекомендации по кислородотерапии и респираторной поддержке пациентов с COVID-19 на догоспитальном этапе. *Пульмонология*. 2020;30(2):151–163. <https://doi.org/10.18093/0869-0189-2020-30-2-151-163>

9. Coronavirus disease 2019 (COVID-19). Symptoms, diagnosis and treatment. *BMJ Best Practice*. 2021. (In Russ.). URL: <https://bestpractice.bmj.com/topics/ru-ru/3000201>

Коронавирусная болезнь 2019 (COVID-19). Симптомы, диагностика и лечение. *BMJ Best Practice*. 2021. URL: <https://bestpractice.bmj.com/topics/ru-ru/3000201>

10. Multisystem inflammatory syndrome in children and adolescents temporally related to COVID-19. *World Health Organization*; 2020. URL: <https://www.who.int/news-room/commentaries/detail/multisystem-inflammatory-syndrome-in-children-and-adolescents-with-covid-19>

11. Brodin P. Immune determinants of COVID-19 disease presentation and severity. *Nature Medicine*. 2021;27(1):28–33. <http://doi.org/10.1038/s41591-020-01202-8>

12. Kallel S, Abid M, Jarraya A, et al. Kinetics, diagnostic and prognostic value of procalcitonin after cardiac surgery. *Ann Biol Clin (Paris)*. 2012;70(5):567–580. PMID: 23047903. <http://doi.org/10.1684/abc.2012.0745>

13. Cardiothoracic Interdisciplinary Research Network and COVIDSurg Collaborative. Early outcomes and complications following cardiac surgery in patients testing positive for coronavirus disease 2019: An international cohort study. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2021;162(2):e355–e372. PMID: 33933259. PMCID: PMC8019234. <http://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2021.03.091>

Author credentials

Vladimir A. Porhanov, Academician of the Russian Academy of Sciences, Dr. Sci. (Med.), Professor, Chief Doctor of the Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital no. 1; Head of the Department of Oncology with the Course of Thoracic Surgery, Faculty of Advanced Training and Professional Retraining of Specialists, Kuban State Medical University (Krasnodar, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0003-0572-1395>

Ivan S. Kazimirov, Surgeon, Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital no. 1 (Krasnodar, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0002-4015-7091>

Zoya G. Tatarintseva, Cardiologist, Head of the Infectious Diseases Department no. 2, Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital no. 1 (Krasnodar, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0002-3868-8061>

Vladimir V. Shtraub, Surgeon, Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital no. 1 (Krasnodar, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0002-8203-5279>

Valeria E. Kholodova, General Practitioner, Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital no. 1 (Krasnodar, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0002-7495-2499>

Alexander A. Khalafyan, Dr. Sci. (Tech.), Professor of the Department of Applied Mathematics, Kuban State University (Krasnodar, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0002-1394-3011>

Conflict of interest: *none declared.*

Сведения об авторах

Порханов Владимир Алексеевич, академик РАН, д. м. н., профессор, главный врач НИИ – ККБ № 1 им. проф. С.В. Очаповского; заведующий кафедрой онкологии с курсом торакальной хирургии ФПК и ППС, Кубанский государственный медицинский университет (Краснодар, Россия). <https://orcid.org/0000-0003-0572-1395>

Казимиров Иван Сергеевич, врач-хирург, НИИ – ККБ № 1 им. проф. С.В. Очаповского (Краснодар, Россия). <https://orcid.org/0000-0002-4015-7091>

Татаринцева Зоя Геннадьевна, врач-кардиолог, заведующая инфекционным отделением № 2, НИИ – ККБ № 1 им. проф. С.В. Очаповского (Краснодар, Россия). <https://orcid.org/0000-0002-3868-8061>

Штрауб Владимир Владимирович, врач-хирург, НИИ – ККБ № 1 им. проф. С.В. Очаповского (Краснодар, Россия). <https://orcid.org/0000-0002-8203-5279>

Холодова Валерия Евгеньевна, врач-терапевт, НИИ – ККБ № 1 им. проф. С.В. Очаповского (Краснодар, Россия). <https://orcid.org/0000-0002-7495-2499>

Халафян Александр Альбертович, д. т. н., профессор кафедры прикладной математики, Кубанский государственный университет (Краснодар, Россия). <https://orcid.org/0000-0002-1394-3011>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.



Особенности течения коронавирусной инфекции у пациентов, перенесших торакальные и кардиохирургические операции

© В.А. Порханов¹, И.С. Казимиров¹, З.Г. Татаринцева^{1*}, В.В. Штрауб¹, В.Е. Холодова¹, А.А. Халафян²

¹ Научно-исследовательский институт – Краевая клиническая больница № 1 им. проф. С.В. Очаповского, Краснодар, Россия

² Кубанский государственный университет, Краснодар, Россия

* З.Г. Татаринцева, НИИ – ККБ № 1 им. проф. С.В. Очаповского, 350086, Краснодар, ул. 1 Мая, 167, z.tatarintseva@list.ru

Поступила в редакцию 4 ноября 2021 г. Исправлена 18 февраля 2022 г. Принята к печати 28 февраля 2022 г.

Резюме

Цель: Изучить особенности течения коронавирусной инфекции у пациентов кардиохирургического и торакального профиля для установления факторов, потенциально влияющих на наступление летального исхода.

Выявить предикторы летального исхода на основе анализа особенностей течения коронавирусной инфекции у данной категории пациентов.

Материал и методы: За анализируемый период в инфекционное отделение переведено 80 пациентов из отделений торакальной хирургии и кардиохирургии: 20 – из кардиохирургического отделения – группа 1; 60 пациентов из отделений торакальной хирургии – группа 2. Контрольная группа сформирована из 59 пациентов не торакального и не кардиохирургического профиля – группа 3. Пациенты по исходу заболевания разделены на две группы: группа 1 – наступление летального исхода, группа 2 – выздоровление.

Результаты: Из 80 больных летальный исход зафиксирован у 25: у 22 пациентов торакального профиля (36% от общего числа переведенных из данного отделения) и 3 пациентов кардиохирургического профиля (15% от общего количества переведенных из отделения кардиохирургии). 20 из 20 кардиохирургических пациентов были накануне прооперированы, 49 из 60 торакальных пациентов также перенесли хирургическое вмешательство. Из неоперированных пациентов, переведенных из отделений торакальной хирургии, умерли 3 человека. Причем после пневмонэктомии летальный исход зафиксирован в 7 из 8 случаев (87,5%).

Заключение: При анализе показателей выявлено, что число летальных исходов пациентов торакального профиля в условиях ковидной инфекции выше, чем кардиохирургического профиля и в инфекционном отделении. Предположительно данный факт обусловлен тем, что коронавирусная инфекция в большей степени поражает легкие, а у пациентов торакального профиля (в частности, перенесших резекционные вмешательства) объем легочной паренхимы изначально уменьшен. В частности, это подтверждается наибольшим процентом летальных исходов после пневмонэктомии. У кардиохирургических пациентов после оперативных вмешательств нет редукции функционирующей паренхимы легких, что создает дополнительный «резерв» для выздоровления. Кроме того, среди пациентов торакального профиля преобладают мужчины, уровень выживаемости которых ниже во всех группах, по сравнению с женщинами. У пациентов, переведенных из торакальных отделений, выявлены более высокие показатели системного воспаления, что свидетельствует о более тяжелом течении вирусной инфекции и возможном развитии бактериальных осложнений.

При анализе предикторов летального исхода выявлены следующие факторы: мужской пол и в целом более тяжелое течение вирусной инфекции (низкая сатурация, высокий процент поражения легких по КТ, более выраженные изменения при лабораторном скрининге). Исследуемые факторы ассоциированы с большим числом летальных исходов пациентов торакального и кардиохирургического профиля. Из факторов, не влияющих на прогноз: сахарный диабет, острое нарушение мозгового кровообращения и инфаркт миокарда в анамнезе.

Таким образом, у пациентов с диагностированной коронавирусной инфекцией, развившейся после перенесенных торакальных оперативных вмешательств, выявлен наиболее неблагоприятный прогноз. Полученные закономерности представляют интерес для оптимизации маршрутизации данной категории пациентов с целью профилактики коронавирусной инфекции.

Ключевые слова: коронавирус, коронавирусная инфекция, COVID-19, кардиохирургические операции, торакальная хирургия, пневмонэктомия, летальный исход

Цитировать: Порханов В.А., Казимиров И.С., Татаринцева З.Г., Штрауб В.В., Холодова В.Е., Халафян А.А. Особенности течения коронавирусной инфекции у пациентов, перенесших торакальные и кардиохирургические операции. *Инновационная медицина Кубани*. 2022;(1):27–37. <https://doi.org/10.35401/2500-0268-2022-25-1-27-37>

Features of the course of coronavirus infection in patients after thoracic and cardiac surgery

© Vladimir A. Porhanov¹, Ivan S. Kazimirov¹, Zoya G. Tatarintseva^{1*}, Vladimir V. Shtraub¹, Valeria E. Kholodova¹, Alexander A. Khalafyan²

¹Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital no. 1, Krasnodar, Russian Federation

²Kuban State University, Krasnodar, Russian Federation

* Zoya G. Tatarintseva, Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital no. 1, 1 Maya str., 167, Krasnodar, 350086, z.tatarintseva@list.ru

Received: November 4, 2021. Received in revised form: February 18, 2022. Accepted: February 28, 2022.

Abstract

Objective: To study the features of the coronavirus infection course in cardiosurgical and thoracic patients to determine the factors potentially affecting the possibility of lethal outcome. To identify the predictors of fatal outcome based on the analyses of the features of the coronavirus infection course in this category of patients.

Material and methods: During the analyzed period 80 patients from the departments of thoracic surgery and cardiac surgery were transferred to the infectious diseases department: 20 patients from the cardiac surgery department (CSD) – group 1; 60 patients from the thoracic surgery departments (TSD) – group 2. A control group number 3 consisting of 59 non-thoracic and non-cardiosurgical patients was also formed. According to the disease outcome the patients were divided into two groups: group 1 – fatal outcome, group 2 – recovery.

Results: Out of 80 patients, lethal outcome was recorded in 25 cases: 22 patients of the thoracic profile (36% of the total number of transferred from this department) and 3 patients of the cardiosurgical profile (15% of the total number of those transferred from the cardiac surgery department). 20 out of 20 cardiac patients had been operated on the day before, 49 out of 60 thoracic patients also underwent surgery. 3 people from the group of non-operated patients transferred from departments of thoracic surgery died. Moreover, after pneumonectomy, fatal outcome was recorded in 7 out of 8 cases (87.5%).

Conclusion: During the analyses of indicators it was revealed that the number of fatal outcomes in patients of the thoracic profile with COVID-19 infection is higher than of the cardiosurgical profile and in the infectious diseases department. Presumably, this is due to the fact that coronavirus infection affects the lungs to a greater extent, and in patients with a thoracic profile (in particular, those who have undergone resection interventions), the volume of the lung parenchyma is initially reduced. This is confirmed particularly by the highest percentage of fatal outcomes after pneumonectomy. Cardiosurgical patients after surgical interventions do not have a reduction in the functioning lung parenchyma, which creates an additional “reserve” for recovery. Moreover, men predominate among patients of the thoracic profile, with the survival rate lower in all groups compared to women. Patients transferred from thoracic departments showed higher rates of systemic inflammation, which indicates a more severe course of the viral infection and the possible development of complications.

When analyzing the predictors of lethal outcome, the following factors were identified: male gender and, in general, a more severe course of a viral infection (low saturation, a high percentage of lung lesions on CT, more pronounced changes in laboratory screening). The studied factors are associated with a large number of fatal outcomes in thoracic and cardiac surgery patients. Among the factors that do not affect the prognosis are diabetes mellitus, stroke and myocardial infarction in history.

Thus, patients diagnosed with coronavirus infection that developed after thoracic surgery had the most unfavorable prognosis. The revealed patterns are of interest for optimizing the routing of this category of patients in order to prevent coronavirus infection.

Keywords: coronavirus, coronavirus infection, COVID-19, cardiac surgery, thoracic surgery, pneumonectomy, fatal outcome

Cite this article as: Porhanov V.A., Kazimirov I.S., Tatarintseva Z.G., Shtraub V.V., Kholodova V.E., Khalafyan A.A. Features of the course of coronavirus infection in patients after thoracic and cardiac surgery. *Innovative Medicine of Kuban*. 2022;(1):27–37. <https://doi.org/10.35401/2500-0268-2022-25-1-27-37>

Введение

COVID-19 (сокращение от англ. COroNaVIrus Disease 2019 – коронавирусная инфекция 2019 г., рус. Ковид), – острая респираторная инфекция, вызываемая коронавирусом SARS-CoV-2 [1]. Представляет собой заболевание [2] с различными вариантами течения как в легкой [3–5], так и в тяжелой форме [9]. Вирус поражает различные системы органов человека через прямое инфицирование [6] или посредством иммунного ответа организма [7]. Наиболее частым проявлением течения заболевания является вирусная пневмония, которая может привести к ОРДС и острой дыхательной недостаточности, что требует кислородной терапии и респираторной поддержки [8]. Среди осложнений встречаются полиорганная

недостаточность, септический шок и венозная тромбоземболия [9]. В симптомокомплекс входят лихорадка, общая слабость и сухой кашель. Также после перенесенной инфекции возможно формирование постковидного синдрома [10, 11].

В связи с объявлением ВОЗ пандемии 30 января 2020 г. приказом главного врача в НИИ – ККБ № 1 создано инфекционное отделение. Коечный фонд динамично изменялся от 90 до 310 коек, в том числе от 25 до 110 коек реанимационного отделения, в зависимости от эпидемиологической обстановки в Краснодарском крае. Целью работы инфекционного госпиталя является оказание качественной и квалифицированной медицинской помощи пациентам, у которых была диагностирована коронавирусная инфекция.

Поскольку НИИ – ККБ № 1 является центром торакальной и кардиохирургической помощи в крае, было принято решение провести ретроспективный анализ историй болезней пациентов с диагностированной коронавирусной инфекцией, развившейся после перенесенной торакальной и/или кардиохирургической операции с целью определения характерных особенностей течения коронавирусной инфекции у данной категории пациентов.

Цель

Изучить особенности течения коронавирусной инфекции у пациентов кардиохирургического и торакального профиля на основе ретроспективного анализа историй болезни больных инфекционного госпиталя НИИ – ККБ № 1, а также провести сравнительный анализ факторов, потенциально влияющих на наступление летального исхода.

Выявить предикторы летального исхода на основе анализа особенностей течения коронавирусной инфекции у данной категории пациентов.

Материал и методы

Проведен ретроспективный анализ историй болезней пациентов за период май 2020 – сентябрь 2021 г., переведенных в инфекционное отделение из торакальных отделений и отделения кардиохирургии НИИ – ККБ № 1.

За анализируемый период в инфекционное отделение поступили 80 пациентов из отделений торакальной хирургии и кардиохирургии: 20 больных из кардиохирургического отделения – группа 1; 60 пациентов из отделений торакальной хирургии – группа 2; случайно была сформирована контрольная группа из 59 пациентов не торакального и не кардиохирургического

профиля – группа 3. Пациенты по исходу заболевания разделены на две группы: группа 1 – наступление летального исхода, группа 2 – выздоровление.

Проведен анализ с последующим сравнением групп больных по следующим показателям: пол, возраст, общий процент поражения легочной паренхимы при поступлении (КТ ОГК₁) в инфекционное отделение и наибольший за время госпитализации (КТ ОГК₂), сатурация кислорода на воздухе при поступлении (SpO₁) и наименьший показатель за период госпитализации (SpO₂). Учтено наличие сопутствующих патологий в анамнезе: инфаркт миокарда (ИМ), сахарный диабет (СД), острое нарушение мозгового кровообращения (ОНМК). Рассчитаны скорость клубочковой фильтрации по формуле Кокрофта – Голта (СКФ), индекс массы тела (ИМТ). По результатам лабораторных методов обследования проведен сравнительный анализ следующих данных: общее количество лейкоцитов на момент поступления (Лейкоциты₁) и также самый высокий результат (Лейкоциты₂), общее количество лимфоцитов на момент поступления (Лимфоциты₁) и самый низкий показатель за период госпитализации (Лимфоциты₂), уровень С-реактивного белка на момент поступления (СРБ₁) и наивысший уровень за время госпитализации (СРБ₂), уровень лактатдегидрогеназы на момент поступления (ЛДГ₁) и наибольший результат за период госпитализации (ЛДГ₂), уровень ферритина при поступлении (Ферритин₁) и наибольший результат за госпитализацию (Ферритин₂), количество койко-дней госпитализации (к/д), находился ли пациент в отделении реанимации или нет (АРО), количество койко-дней пребывания в отделении реанимации (длительность в АРО), потребность в неинвазивных (НИВЛ: высокопоточная оксигенотерапия и/или CIPAP), и/или инвазивной вентилизации легких (ИВЛ), летальность (да, нет).

Статистический анализ результатов исследования проведен в программе Statistica 13.3 (USA, Tibco). Парные межгрупповые сравнения проведены с помощью критерия Манна – Уитни. Статистическая значимость определена при значении $p < 0,05$, значения p округлены до второго знака после запятой. Дополнительно применяли критерий Вальда – Вольфовица для вывода средних значений. Для графической иллюстрации различия/сходства средних показателей использовали диаграммы размаха.

Результаты и обсуждение

За период май 2020 – сентябрь 2021 г. в инфекционном отделении на лечении находилось 3414 пациентов. Летальный исход за отчетный период зафиксирован у 645 человек. Из 80 пациентов, переведенных из отделений торакальной хирургии и кардиохирургии, летальный исход зафиксирован у 25 человек: 22 пациента торакального профиля, что составляет 36% от пациентов, переведенных из торакальной хирургии,



Рисунок 1. Схема дизайна исследования

Figure 1. Study design scheme

Таблица 1

Итоговая таблица количественных показателей пациентов: группа 1 – кардиохирургические больные, группа 2 – торакальные больные, 3 – контрольная группа

Table 1

Summary table of quantitative indicators of patients of group 1 – cardiac surgery patients, group 2 – thoracic patients, 3 – control group

	Группа 1 (n = 20)	Группа 2 (n = 60)	Группа 3 (n = 59)	$p_{1,2}$	$p_{1,3}$	$p_{2,3}$
Возраст	64,05 ± 8,10 (42, 84)	62,95 ± 10,27 (29, 81)	55,06 ± 14,94 (21, 89)	1,00	0,02	0,00
ИМТ, кг/м ²	30,01 ± 9,87	28,71 ± 8,67	29,42 ± 10,34	0,33	0,28	0,56
Сопутствующая патология						
СКФ, мл/мин	104,38 ± 42,15	124,80 ± 38,42	113,40 ± 64,12	0,46	0,21	0,18
Клинические характеристики						
SpO ₁ , %	91,75 ± 5,07 (85, 98)	92,53 ± 5,62 (76, 99)	87,47 ± 10,08 (68, 98)	0,88	1,00	0,02
SpO ₂ , %	86,55 ± 8,87 (68, 97)	87,65 ± 7,87 (68, 97)	82,94 ± 11,05 (68, 98)	1,00	0,66	0,08
Потребность в НИВЛ, %	50,0% (10 чел.)	63,3% (38 чел.)	30,5% (18 чел.)	0,29	0,10	0,00
Лабораторные показатели						
СРБ ₁ , г/л	102,37 ± 59,26 (16,2, 276)	105,67 ± 75,68 (3,92, 320)	50,74 ± 50,16 (0,6, 196,88)	1,00	0,00	0,00
СРБ ₂ , г/л	112,23 ± 59,71 (20, 276)	138,55 ± 94,72 (14, 200)	79,53 ± 63,12 (4, 208)	1,00	0,19	0,00
ЛДГ ₁ , ед/л	440,30 ± 284,54 (195, 1329)	455,12 ± 296,89 (130, 2172)	658,07 ± 386,75 (213, 1898)	1,00	0,00	0,00
ЛДГ ₂ , ед/л	579,65 ± 376,60 (195, 1635)	813,61 ± 509,21 (233, 670)	1352,94 ± 1335,2 (213, 9406)	0,18	0,00	0,02
Ферритин ₁ , нг/мл	685,85 ± 589,14 (134, 2604)	652,45 ± 481,88 (13,4, 2494)	855,08 ± 927,66 (94,9, 5395)	1,00	1,00	1,00
Ферритин ₂ , нг/мл	1071,90 ± 804,80 (134, 2867)	1279,12 ± 1384,16 (60, 2669)	1313,37 ± 1702,49 (26, 2742)	1,00	1,00	1,00
Лейкоциты ₁ , 10 ⁹ /л	7,27 ± 2,65 (2,8, 12,79)	7,81 ± 5,40 (1,8, 31,04)	8,69 ± 6,55 (2,0, 46,9)	1,00	1,00	0,82
Лейкоциты ₂ , 10 ⁹ /л	14,16 ± 8,67 (5,57, 34,22)	18,45 ± 10,73 (3,3, 45,67)	14,88 ± 8,95 (4,6, 54,76)	0,21	1,00	0,3
Лимфоциты ₁ , 10 ⁹ /л	1,25 ± 0,63 (0,38, 2,87)	1,11 ± 0,68 (0,22, 3,67)	1,11 ± 0,57 (0,4, 3,65)	0,49	0,94	1,00
Лимфоциты ₂ , 10 ⁹ /л	0,69 ± 0,35 (0,21; 1,35)	0,67 ± 0,46 (0,05; 1,3)	0,65 ± 0,47 (0,12; 3)	1,00	1,00	1,00
Инструментальные методы обследования						
КТ ОГК ₁ , %	13,87 ± 10,13 (4, 25)	26,88 ± 19,35 (5, 80)	45,91 ± 30,45 (4, 100)	0,32	0,00	0,01
КТ ОГК ₂ , %	51,78 ± 32,21 (5, 90)	46,22 ± 26,42 (5, 95)	61,27 ± 27,96 (5, 100)	1,00	0,02	0,76
Исходы госпитализации						
К/д, койко-дни	15,80 ± 9,34 (6, 44)	13,45 ± 7,47 (6, 31)	12,49 ± 9,48 (4, 36)	0,81	0,65	1,00
Длит. в АРО, койко-дни	10,00 ± 2,58 (6, 14)	10,23 ± 7,51 (1, 31)	11,82 ± 13,29 (2, 69)	1,00	1,00	1,00

Прим.: * В скобках указано минимальное и максимальное значение показателей; $p_{1,2}$, $p_{1,3}$, $p_{2,3}$ – уровни значимости критерия Краскела – Уоллиса сравнения показателей, соответственно в группах 1 и 2, 1 и 3, 2 и 3; $p < 0,05$ выделены жирным курсивом, p округлены до второго знака после запятой

Note: * The minimum and maximum values of indicators are indicated in parentheses; $p_{1,2}$, $p_{1,3}$, $p_{2,3}$ – significance levels of the Kruskal–Wallis test for comparing indicators, respectively, in groups 1 and 2, 1 and 3, 2 and 3; $p < 0.05$ are in bold italics, p is rounded to two decimal places

и 3 пациента кардиохирургического профиля, что составляет 15% от пациентов, переведенных из кардиохирургического отделения. Прооперировано 20 пациентов кардиохирургического профиля из 20, из торакального профиля – 49 из 60. Из не оперированных пациентов, переведенных из отделений торакальной хирургии, умерших – 3. После пневмонэктомии умерло 7 пациентов из 8 (87,5%).

Общая характеристика количественных показателей больных за время пребывания в инфекционном отделении приведена в таблице 1.

Из сравнительной характеристики можно сделать вывод, что кардиохирургическая и торакальная группы в большей степени отличаются от контрольной группы, менее выражены отличия между кардиохирургической и торакальной группами. Статистически значимо по возрасту отличаются группы: контрольная (55,07) и торакальная (62,95), контрольная и кардиохирургическая (64,05). При этом наибольший возраст в кардиохирургической группе (84 года), наименьший в контрольной группе (21 год). Потребность в НИВЛ наибольшая в торакальной группе (63,3%), наименьшая в контрольной группе (30,3%), достаточно высокая в кардиохирургической группе (50%). Статистическая значимость отличия долей достигнута лишь при сравнении торакальной и кардиохирургической групп.

По результатам КТ ОГК средний процент поражения легких при поступлении статистически значимо больше в контрольной группе (45,91%), по сравнению с торакальной (26,88%) и кардиохирургической

(13,87%). Вероятно, это связано с тем, что пациенты переводятся из кардиохирургического и торакальных отделений на ранних стадиях заболевания, в отличие от контрольной группы. По среднему значению наилучшего результата процента вовлечения легочной паренхимы за период госпитализации статистически значимо отличаются контрольная (61,27%) и торакальная (46,22%) группы. Отличие между кардиохирургической (51,78) и контрольной группами не является статистически значимым. Меньшее среднее значение процента поражения легочной паренхимы в торакальной группе, вероятно, связано с особенностями подсчета объема поражения. После перенесенного резекционного вмешательства оставшаяся паренхима легких принимается за 100%, в то время как паренхима, утраченная в результате операции, не учитывается.

В торакальной и кардиохирургической группах, по сравнению с контрольной, выявлены статистически значимо более высокие показатели С-реактивного белка при поступлении, что, вероятно, связано с ранними сроками послеоперационного периода [12]. Также уровень среднего наилучшего показателя С-реактивного белка статистически значимо больше в торакальной группе, чем в контрольной, что может свидетельствовать о более тяжелом течении вирусной инфекции и возможных бактериальных осложнениях. При этом из представленных на рисунке 2 диаграмм видно, что разбросы значений $СРБ_1$, $СРБ_2$, определяемые нижней (25%) и верхней (75%) квартилями и размахами, значительно выше в торакальной группе, чем в двух других.

В таблице 2 отражена итоговая характеристика категориальных показателей трех групп. Взаимосвязь между полом больного и принадлежностью к группам 1, 2, 3 умеренная, статистически значимая. Проявляется в том, что женщины преобладают в контрольной группе (68,42%), их значительно меньше в кардиохирургической группе (5,26%) и промежуточное число в торакальной (26,32). У мужчин более равномерное распределение.

При анализе публикации со схожей проблематикой [13] выявлена закономерность (рис. 3), проявляющаяся в большем количестве выявленных осложнений во время послеоперационной диагностики COVID, чем на предоперационном этапе. При этом наибольшее количество осложнений в виде пневмонии – 42%, острого повреждения почек – 20,3%; летальность при послеоперационной диагностике COVID составила 20,8%.

При проведении сравнительного анализа (табл. 3) больных, разделенных на группы летального исхода и выздоровления, выявлено, что группы пациентов по летальному исходу статистически значимо отличались по средним значениям всех показателей за исключением «Лимфоциты, к/д.» Средний возраст в группе «да» был выше (64,47), чем в группе «нет» (58,11). Средний уровень сатурации при поступлении

Диаграмма размаха для нескольких переменных по группам

Таблица 30 v * 139 с

Медиана, прямоугольник 25–75%, Отрезок: размах без выбр.

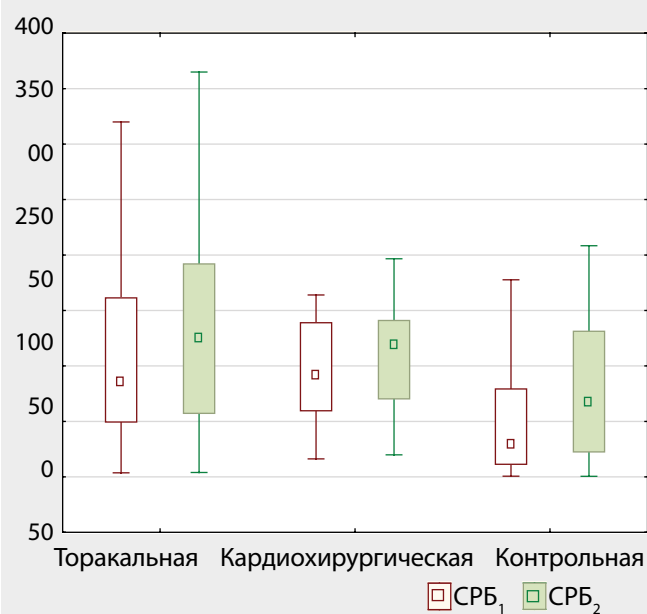


Рисунок 2. Диаграммы размаха $СРБ_1$ и $СРБ_2$

Figure 2. Diagrams of $СРБ_1$ and $СРБ_2$ ranges

Таблица 2

Итоговая таблица категориальных показателей: группа 1 – кардиохирургические больные, группа 2 – торакальные больные, 3 – контрольная группа

Table 2

Summary table of categorical indicators of patients in group 1 – cardiac surgery patients, group 2 – thoracic patients, 3 – control group

	Группа 1 (n = 20)	Группа 2 (n = 60)	Группа 3 (n = 59)	Пирсона χ^2 <i>p</i>	М-П χ^2 <i>p</i>	K _{Фн}	K _{соп.}	K _{кр}	R _{сп}
Пол жен	2 (5,26%)	10 (26,32%)	26 (68,42%)	0,00	0,00	0,33	0,31	0,33	0,28
муж	18 (17,82%)	50 (49,50%)	33 (32,67%)						
СД, %	Нет			0,04	0,04	0,21	0,21	0,21	0,21
	16 (14,81%)	52 (48,15%)	40 (37,04%)						
	Да								
	4 (12,90%)	8 (25,81%)	19 (61,29%)						
ИМ, %	Нет			0,00	0,00	0,51	0,45	0,51	−0,03
	6 (5,41%)	52 (46,85%)	53 (47,75%)						
	Да								
	14 (50,00%)	8 (28,57%)	6 (21,43%)						
ОНМК, %	Нет			0,19	0,26	0,09	0,09	0,08	−0,08
	19 (14,18%)	57 (42,54%)	58 (43,28%)						
	Да								
	1 (20,00%)	3 (60,00%)	1 (20,00%)						
SpO ₁	ДН 0			0,00	0,00	0,41	0,38	0,29	0,15
	5 (12,50%)	22 (55,00%)	13 (32,50%)						
	ДН I								
	13 (19,12%)	30 (44,12%)	25 (36,76%)						
	ДН II								
	2 (11,76%)	8 (47,06%)	7 (41,18%)						
	ДН III								
	0 (0,00%)	0 (0,00%)	14 (100,00%)						
SpO ₂	ДН 0			0,00	0,00	0,39	0,37	0,28	0,23
	2 (14,29%)	8 (57,14%)	4 (28,57%)						
	ДН I								
	10 (14,49%)	32 (46,38%)	27 (39,13%)						
	ДН II								
	6 (21,43%)	16 (57,14%)	6 (21,43%)						
	ДН III								
	2 (7,14%)	4 (14,29%)	22 (78,57%)						

Продолжение Таблицы 2
Table 2 continuation

	Группа 1 (n = 20)	Группа 2 (n = 60)	Группа 3 (n = 59)	Пирсона χ^2 <i>p</i>	М-П χ^2 <i>p</i>	K _{Фн}	K _{соп.}	K _{Кр}	R _{сп}
КТ ОГК ₁	Легкая			0,00	0,00	0,43	0,39	0,31	0,16
	8 (16,67%)	21 (43,75%)	19 (39,58%)						
	Средняя								
	0 (0,00%)	7 (33,33%)	14 (66,67%)						
	Тяжелая								
	0 (0%)	6 (31,58%)	13 (68,42%)						
	Крайне тяжелая								
	0 (0%)	1 (7,69%)	12 (92,31%)						
КТ ОГК ₂	Легкая			0,23	0,20	0,25	0,24	0,18	-0,15
	4 (16,67%)	13 (54,17%)	7 (29,17%)						
	Средняя								
	3 (9,38%)	15 (46,88%)	14 (43,75%)						
	Тяжелая								
	2 (7,41%)	12 (44,44%)	13 (48,15%)						
	Крайне тяжелая								
	5 (12,82%)	10 (25,64%)	24 (61,54%)						
АРО	Да			0,19	0,19	0,15	0,15	0,15	0,15
	10 (13,16%)	38 (50,00%)	28 (36,84%)						
	Нет								
	10 (15,87%)	22 (34,92%)	31 (49,21%)						
Летальный ис- ход, %	Да			0,04	0,04	0,21	0,21	0,21	0,19
	3 (8,33%)	22 (61,11%)	11 (30,55%)						
	Нет								
	17 (6,66%)	38 (36,89%)	48 (46,6%)						

в группе «да» (87,25) был ниже, чем в группе «нет» (91,33), средний наихудший уровень сатурации в группе «да» (77,05) ниже, чем в группе «нет» (88,44). По данным компьютерной томографии органов грудной клетки при поступлении средние значения процента поражения легких в группе «да» (48,73) выше, чем в группе «нет» (31,73). Наихудший результат процента поражения грудной клетки в группе «да» (74,21) выше, чем в группе «нет» (46,83).

При анализе данных лабораторных методов исследования при поступлении уровень лейкоцитов₁ (10,99), СРБ₁ (113,41), ЛДГ₁ (719,17), ферритина₁ (2543,31) выше в группе «да», чем уровень лейкоцитов₁ (7,11), СРБ₁ (70,86), ЛДГ₁ (476,21), ферритина₁ (590,25) в группе «нет». По данным лабораторных

методов обследования уровень лейкоцитов₂ (27,1), СРБ₂ (190,59), ЛДГ₂ (1453,81), ферритина₂ (2543,31) выше в группе «да», чем уровень лейкоцитов₂ (12,5), СРБ₂ (81,45), ЛДГ₂ (853,37), ферритина₂ (816,65) в группе «нет». Уровень лимфоцитов₁ при поступлении в группе «да» (1,00) меньше, чем в группе «нет» (1,17). Длительность пребывания в отделении реанимации в группе «да» – 12,97, а в группе «нет» – 8,83. Общая длительность пребывания в инфекционном госпитале (количество койко-дней) статистически значимо не отличается в обеих группах (p > 0,05).

Определенные закономерности были выявлены при помощи таблиц сопряженности (кросстабуляции) при анализе взаимосвязей между категориальными показателями больных и летальностью (табл. 4).

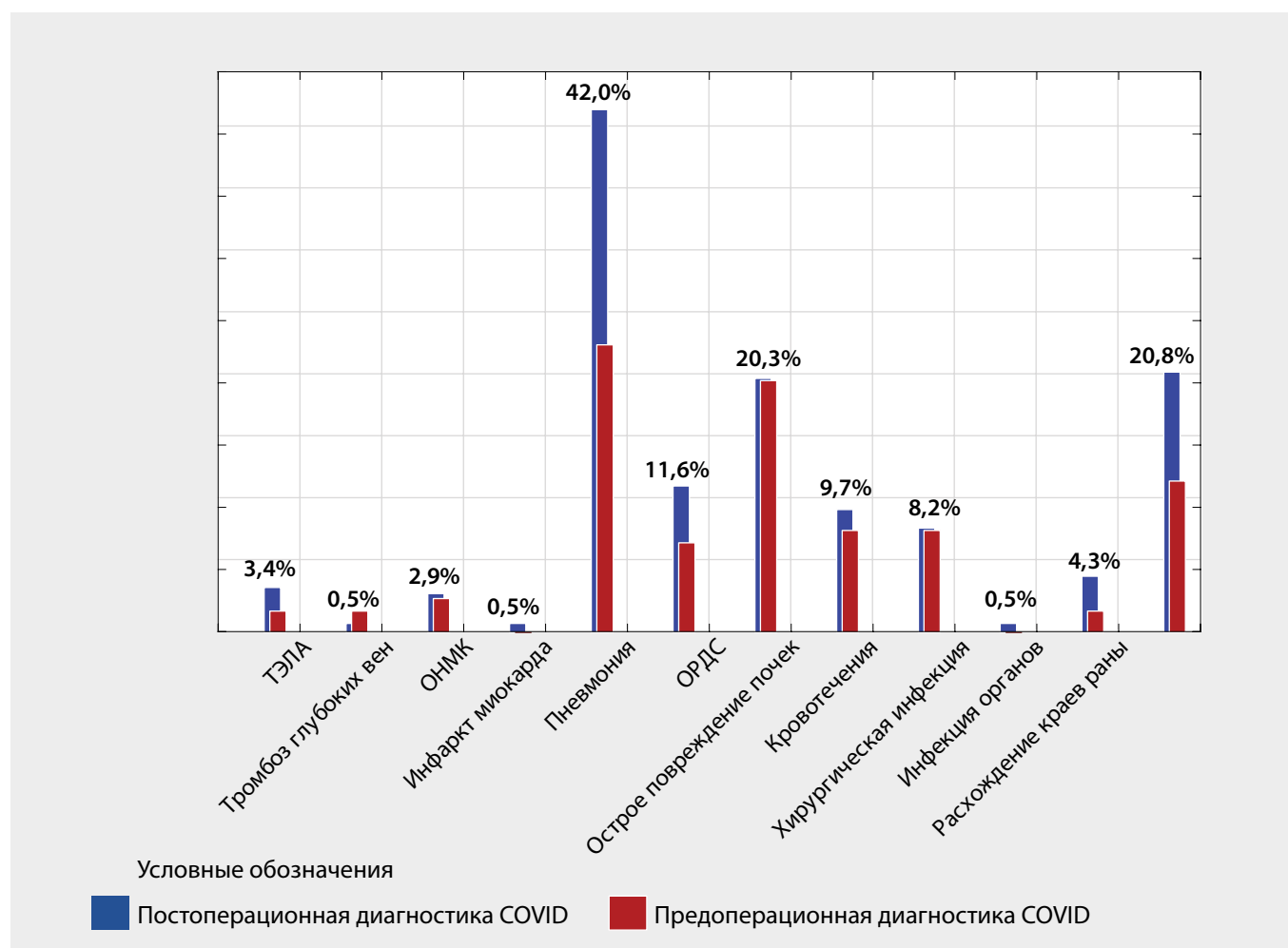


Рисунок 3. Общее число осложнений в предоперационном и постоперационном периоде
Figure 3. Total number of complications in the preoperative and postoperative period

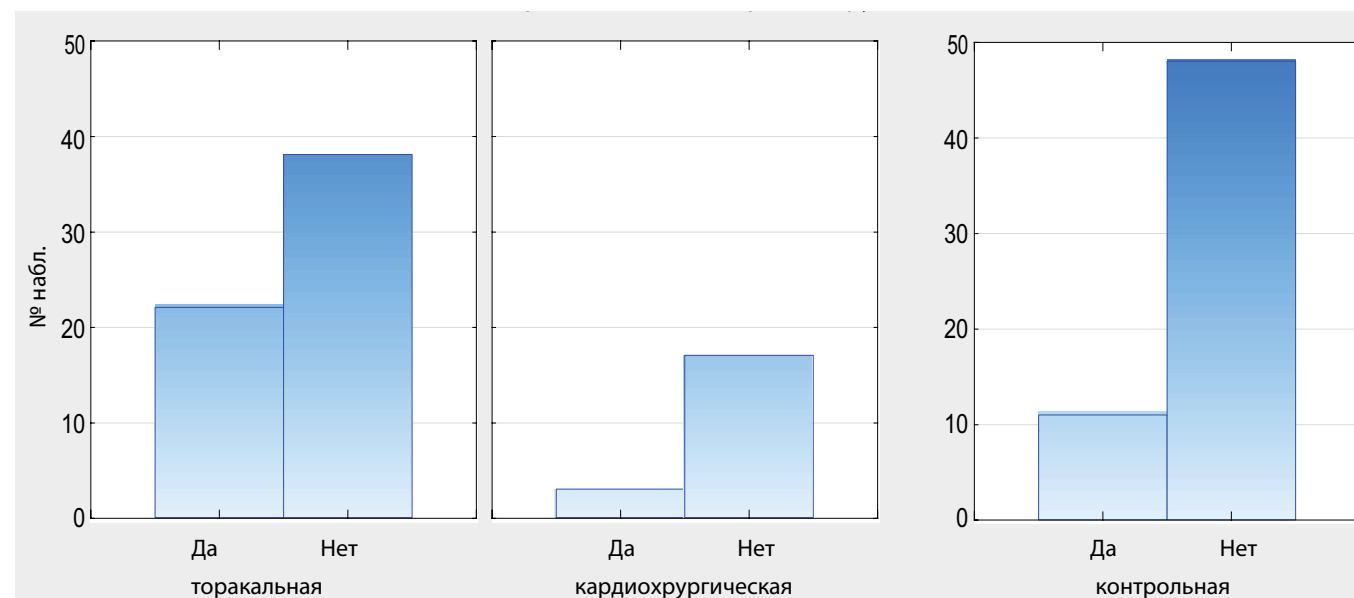


Рисунок 4. Распределение частот летальности по группам
Figure 4. Distribution of mortality rates by groups

Таблица 3

Итоговая таблица данных пациентов группы с летальным исходом и контрольной группы
(выписанные пациенты)

Table 3

Summary table of the data of patients with lethal outcome and in control group (discharged patients)

	Летальный исход «да» (<i>n</i> = 36)	Летальный исход «нет» (<i>n</i> = 103)	<i>p</i>
Возраст	64,47	58,11	0,01
Клинические характеристики			
SaO ₂₁ , %	87,25	91,33	0,02
SaO ₂₂ , %	77,05	88,44	0,00
Лабораторные показатели			
Лейкоциты ₁ , 10 ⁹ /л	10,99	7,11	0,01
Лейкоциты ₂ , 10 ⁹ /л	27,1	12,5	0,00
Лимфоциты ₁ , 10 ⁹ /л	1,00	1,17	0,18
Лимфоциты ₂ , 10 ⁹ /л	0,30	0,79	0,00
СРБ ₁ , г/л	113,41	70,86	0,00
СРБ ₂ , г/л	190,59	81,45	0,00
ЛДГ ₁ , ед/л	719,17	476,21	0,00
ЛДГ ₂ , ед/л	1453,81	853,37	0,00
Ферритин ₁ , нг/мл	1181,08	590,25	0,00
Ферритин ₂ , нг/мл	2543,31	816,65	0,00
Инструментальные методы обследования			
КТ ОГК ₁ , %	48,73	31,73	0,01
КТ ОГК ₂ , %	74,21	46,83	0,00
Исходы госпитализации			
К/д	14	13	0,54
АРО, %	12,97	8,83	0,03

Прим.: * *p* – уровень значимости критерия Манна—Уитни.

Note: * *p* is the significance level of the Mann—Whitney U test.

Таблица 4

Итоговая таблица категориальных показателей пациентов группы с летальным исходом
и контрольной группы (выписанные пациенты)

Table 4

Summary table of categorical values of patients with lethal outcome and in control group (discharged patients)

	Летальный исход «да» (<i>n</i> = 36)	Летальный исход «нет» (<i>n</i> = 103)	Пирсона χ^2 <i>p</i>	М-П χ^2 <i>p</i>	K _{Фн}	K _{соп.}	R _{сп}
Пол жен муж	4 (10,53%) 32 (31,68%)	34 (89,47%) 69 (68,32%)	0,01	0,00	0,21	0,21	0,21
СД, %	Нет		0,98	0,98	0,00	0,00	0,00
	28 (25,93%)	80 (74,07%)					
	Да						
	8 (25,81%)	23 (74,19%)					
ИМ, %	Нет		0,71	0,72	−0,03	0,03	−0,03
	28 (25,23%)	83 (74,77%)					
	Да						
	8 (28,57%)	20 (71,43%)					
ОНМК, %	Нет		0,75	0,75	0,02	0,02	0,02
	35 (26,12%)	99 (73,88%)					
	Да						
	1 (20,00%)	4 (80,00%)					

Взаимосвязь между полом больного и принадлежностью к группам 1 и 2 слабая, статистически значимая (табл. 4). Распределение числа летальных исходов (да и нет) в группе мужчин – 31,68 и 68,32%, в группе женщин – 10,53 и 89,47%. Следовательно, число летальных исходов выше среди мужчин. Взаимосвязь между принадлежностью больного к группам 1 и 2 и подгруппам категориального показателя статистически не значима для показателей СД, ИМ, ОНМК.

Во всех случаях в торакальной, кардиохирургической и контрольной группах отличие выживаемости в подгруппах не достигло статистической значимости в соответствии с критерием Гехана – Вилкоксона ($p > 0,05$), что объясняется малым количеством больных в подгруппах.

Выводы

При анализе показателей выявлено, что число летальных исходов пациентов торакального профиля в условиях ковидной инфекции выше, чем кардиохирургического профиля и в инфекционном отделении. Предположительно данный факт обусловлен тем, что коронавирусная инфекция в большей степени поражает легкие, а у пациентов торакального профиля (в частности, перенесших резекционные вмешательства) объем легочной паренхимы изначально уменьшен. В частности, это подтверждается наибольшим процентом летальных исходов после пневмонэктомии. У кардиохирургических пациентов после оперативных вмешательств нет редукции функционирующей паренхимы легких, что создает дополнительный «резерв» для выздоровления. Кроме того, среди пациентов торакального профиля преобладают мужчины, уровень выживаемости которых ниже во всех группах по сравнению с женщинами. У пациентов, переведенных из торакальных отделений, выявлены более высокие показатели системного воспаления, что свидетельствует о более тяжелом течении вирусной инфекции и возможном развитии бактериальных осложнений.

Заключение

При анализе предикторов летального исхода определены следующие факторы: мужской пол и в целом более тяжелое течение вирусной инфекции (низкая сатурация, высокий процент поражения легких по КТ, более выраженные изменения при лабораторном скрининге). Исследуемые факторы ассоциированы с большим числом летальных исходов пациентов торакального и кардиохирургического профиля. Из факторов, не влияющих на прогноз, – СД, ОНМК и ИМ в анамнезе.

Таким образом, у пациентов с диагностированной коронавирусной инфекцией, развившейся после перенесенных торакальных оперативных вмешательств, выявлен наиболее неблагоприятный прогноз.

Полученные закономерности представляют интерес для оптимизации маршрутизации данной категории пациентов с целью профилактики коронавирусной инфекции.

Литература/References

1. Novel coronavirus (2019-nCoV). *World Health Organization Europe*; 2020. URL: https://www.euro.who.int/en/health-topics/health-emergencies/novel-coronavirus-2019-ncov_old
2. Коронавирусная инфекция 2019-nCoV внесена в перечень опасных заболеваний. *Министерство здравоохранения Российской Федерации*; 2020. URL: <https://minzdrav.gov.ru/news/2020/02/02/13258-koronavirusnaya-infektsiya-2019-ncov-vnesena-v-perechen-opasnyh-zabolevaniy>
3. Beeching NJ, Fletcher TE, Fowler R. Coronavirus disease 2019 (COVID-19). *BMJ Best Practice*. 2020. URL: <https://bestpractice.bmj.com/topics/en-us/3000168>
4. Heymann DL, Shindo N. COVID-19: what is next for public health? *Lancet*. 2020;395(10224):542–545. PMID: 32061313. PMCID: PMC7138015. [http://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30374-3](http://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30374-3)
5. Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (COVID-19). Временные методические рекомендации (версия 14). *Министерство здравоохранения Российской Федерации*; 2021. URL: https://static0.rosminzdrav.ru/system/attachments/attaches/000/049/629/original/Временные_МР_COVID-19_03.03.2020_%28версия_3%29_6-6.pdf?1583255386
6. Prevention, diagnosis and treatment of novel coronavirus infection (COVID-19). Interim guidelines (version 14). *Ministry of Health of the Russian Federation*; 2021. (In Russ.). URL: https://static0.rosminzdrav.ru/system/attachments/attaches/000/049/629/original/Временные_МР_COVID-19_03.03.2020_%28версия_3%29_6-6.pdf?1583255386
7. Trypsteen W, Cleemput JV, Snippenberg WV, et al. On the whereabouts of SARS-CoV-2 in the human body: A systematic review. *PLOS Pathogens*. 2020;16(10):e1009037. PMID: 33125439. PMCID: PMC7679000. <http://doi.org/10.1371/journal.ppat.1009037>
8. Авдеев С.Н. Практические рекомендации по кислородотерапии и респираторной поддержке пациентов с COVID-19 на дорегистративном этапе. *Пульмонология*. 2020;30(2):151–163. <https://doi.org/10.18093/0869-0189-2020-30-2-151-163>
9. Avdeev SN. Practical guidance for oxygen treatment and respiratory support of patients with COVID-19 infection before admission to intensive care unit. *Pulmonology*. 2020;30(2):151–163. (In Russ.). <https://doi.org/10.18093/0869-0189-2020-30-2-151-163>
9. Коронавирусная болезнь 2019 (COVID-19). Симптомы, диагностика и лечение. *BMJ Best Practice*. 2021. URL: <https://bestpractice.bmj.com/topics/ru-ru/3000201>
10. Coronavirus disease 2019 (COVID-19). Symptoms, diagnosis and treatment. *BMJ Best Practice*. 2021. (In Russ.). URL: <https://bestpractice.bmj.com/topics/ru-ru/3000201>
10. Multisystem inflammatory syndrome in children and adolescents temporally related to COVID-19. *World Health Organization*; 2020. URL: <https://www.who.int/news-room/>

commentaries/detail/multisystem-inflammatory-syndrome-in-children-and-adolescents-with-covid-19

11. Brodin P. Immune determinants of COVID-19 disease presentation and severity. *Nature Medicine*. 2021;27(1):28–33. <http://doi.org/10.1038/s41591-020-01202-8>

12. Kallel S, Abid M, Jarraya A, et al. Kinetics, diagnostic and prognostic value of procalcitonin after cardiac surgery. *Ann Biol Clin (Paris)*. 2012;70(5):567–580. PMID: 23047903. <http://doi.org/10.1684/abc.2012.0745>

13. Cardiothoracic Interdisciplinary Research Network and COVIDSurg Collaborative. Early outcomes and complications following cardiac surgery in patients testing positive for coronavirus disease 2019: An international cohort study. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2021;162(2):e355–e372. PMID: 33933259. PMCID: PMC8019234. <http://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2021.03.091>

Сведения об авторах

Порханов Владимир Алексеевич, академик РАН, д. м. н., профессор, главный врач НИИ – ККБ № 1 им. проф. С.В. Очаповского; заведующий кафедрой онкологии с курсом торакальной хирургии ФПК и ППС, Кубанский государственный медицинский университет (Краснодар, Россия). <https://orcid.org/0000-0003-0572-1395>

Казимиров Иван Сергеевич, врач-хирург, НИИ – ККБ № 1 им. проф. С.В. Очаповского (Краснодар, Россия). <https://orcid.org/0000-0002-4015-7091>

Татаринцева Зоя Геннадьевна, врач-кардиолог, заведующая инфекционным отделением № 2, НИИ – ККБ № 1 им. проф. С.В. Очаповского (Краснодар, Россия). <https://orcid.org/0000-0002-3868-8061>

Штрауб Владимир Владимирович, врач-хирург, НИИ – ККБ № 1 им. проф. С.В. Очаповского (Краснодар, Россия). <https://orcid.org/0000-0002-8203-5279>

Холодова Валерия Евгеньевна, врач-терапевт, НИИ – ККБ № 1 им. проф. С.В. Очаповского (Краснодар, Россия). <https://orcid.org/0000-0002-7495-2499>

Халафян Александр Альбертович, д. т. н., профессор кафедры прикладной математики, Кубанский государственный университет (Краснодар, Россия). <https://orcid.org/0000-0002-1394-3011>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Author credentials

Vladimir A. Porhanov, Academician of the Russian Academy of Sciences, Dr. Sci. (Med.), Professor, Chief Doctor of the Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital no. 1; Head of the Department of Oncology with the Course of Thoracic Surgery, Faculty of Advanced Training and Professional Retraining of Specialists, Kuban State Medical University (Krasnodar, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0003-0572-1395>

Ivan S. Kazimirov, Surgeon, Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital no. 1 (Krasnodar, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0002-4015-7091>

Zoya G. Tatarintseva, Cardiologist, Head of the Infectious Diseases Department no. 2, Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital no. 1 (Krasnodar, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0002-3868-8061>

Vladimir V. Shtraub, Surgeon, Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital no. 1 (Krasnodar, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0002-8203-5279>

Valeria E. Kholodova, General Practitioner, Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital no. 1 (Krasnodar, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0002-7495-2499>

Alexander A. Khalafyan, Dr. Sci. (Tech.), Professor of the Department of Applied Mathematics, Kuban State University (Krasnodar, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0002-1394-3011>

Conflict of interest: none declared.



К вопросу о получении плазмы, обогащенной тромбоцитами

© С.Б. Базлов*, К.И. Мелконян, Т.В. Русинова, К.И. Попандопуло, Н.В. Марченко, Д.Д. Шевчук

Кубанский государственный медицинский университет, Краснодар, Россия

* С.Б. Базлов, Кубанский государственный медицинский университет, 350063, Краснодар, ул. М. Седина, 4, serb64@yandex.ru

Поступила в редакцию 4 октября 2021 г. Исправлена 15 декабря 2021 г. Принята к печати 21 декабря 2021 г.

Резюме

Цель: Определить оптимальные технологические режимы для приготовления аутоплазмы, обогащенной тромбоцитами (PRP – platelet-rich plasma), при использовании стандартного лабораторного оборудования.

Материал и методы: Забор крови для исследования осуществлялся у 25 здоровых добровольцев. Ее центрифугирование проводили на стандартной лабораторной центрифуге СМ-6М с использованием различных режимов и двух видов вакуумных пробирок с литий-гепарином, содержащих сепарационный гель, и без него. Количество тромбоцитов и лейкоцитов подсчитывали в верхнем, нижнем и среднем слоях полученного образца плазмы.

Результаты: Оптимальными по количеству тромбоцитов являются образцы плазмы при режимах центрифугирования от 415 до 1660 g в течение 10 мин с использованием пробирок, не содержащих сепарационный гель. Забор плазмы из нижнего слоя полученного образца после центрифугирования всегда сопровождается включением в ее состав лейкоцитов, что может приводить к нежелательным тканевым реакциям при ее применении.

Заключение: Для получения PRP возможно использование стандартного лабораторного оборудования при режиме центрифугирования от 415 до 1660 g в течение 10 мин с использованием пробирок, не содержащих сепарационный гель. Забор плазмы для клинического применения следует проводить из среднего слоя полученного образца.

Ключевые слова: плазма, обогащенная тромбоцитами, способ получения, стандартизация, факторы роста, клиническая эффективность

Цитировать: Базлов С.Б., Мелконян К.И., Русинова Т.В., Попандопуло К.И., Марченко Н.В., Шевчук Д.Д. К вопросу о получении плазмы, обогащенной тромбоцитами. *Инновационная медицина Кубани*. 2022;(1):38–43. <https://doi.org/10.35401/2500-0268-2022-25-1-38-43>

On the issue of obtaining platelet-rich plasma

© Sergey B. Bazlov*, Karina I. Melkonian, Tatiana V. Rusinova, Konstantin I. Popandopulo, Nikolay V. Marchenko, Daniil D. Shevchuk

Kuban State Medical University, Krasnodar, Russian Federation

* Sergey B. Bazlov, Kuban State Medical University, 4, M. Sedina str., Krasnodar, 350063, serb64@yandex.ru

Received: October 4, 2021. Received in revised form: December 15, 2021. Accepted: December 21, 2021.

Abstract

Objective: To determine the optimal technological modes for the preparation of platelet-rich plasma (PRP) using standard laboratory equipment.

Material and methods: Blood for the research was taken from 25 healthy volunteers. Its centrifugation was performed on a standard CM-6M laboratory centrifuge using various modes and two types of vacuum tubes with lithium heparin containing separation gel and without it. The number of platelets and leukocytes was calculated in the upper, lower and middle layers of the obtained plasma sample.

Results: Plasma samples obtained during centrifugation modes from 415 to 1660 g for 10 minutes using test tubes that do not contain separation gel are optimal in terms of the number of platelets. Plasma intake from the lower layer of the obtained sample after centrifugation is always accompanied by the inclusion of leukocytes in its composition, which can lead to undesirable tissue reactions when it is used.

Conclusion: To obtain PRP, it is possible to use standard laboratory equipment in the centrifugation mode from 415 to 1660 g for 10 minutes using test tubes that do not contain separation gel. Plasma sampling for clinical use should be carried out from the middle layer of the obtained sample.

Keywords: platelet-rich plasma, PRP, obtaining method, standardisation, growth factors, clinical efficacy

Cite this article as: Bazlov S.B., Melkonian K.I., Rusinova T.V., Popandopulo K.I., Marchenko N.V., Shevchuk D.D. On the issue of obtaining platelet-rich plasma. *Innovative Medicine of Kuban*. 2022;(1):38–43. <https://doi.org/10.35401/2500-0268-2022-25-1-38-43>



Введение

Развитие клеточных технологий и поиски эффективных методов стимуляции регенеративных процессов привели к изучению свойств аутологичной плазмы, обогащенной тромбоцитами, или Platelet Rich Plasma (PRP), которая впервые исследована в Калифорнийском университете в 1965 г. [1]. Было выявлено, что из α -гранул тромбоцитов в случае их разрушения и активации в плазму выделяются различные биоактивные вещества, включая фактор роста тромбоцитов (PDGF), трансформирующий фактор роста бета (TGF- β) и эпидермальный фактор роста (EGF) [1–3]. Данные факторы содержатся в раневых экссудатах, способствуют пролиферации и ангиогенезу на ранних стадиях процесса заживления, а также являются ключевыми сигналами в восстановлении и регенерации тканей [1–4].

В настоящее время имеется достаточная доказательная база и научное обоснование применения PRP при лечении различных заболеваний. PRP с успехом используется в клинической практике косметологов, стоматологов, ортопедов-травматологов, урологов, общих хирургов и во многих других областях медицины [5–8]. Несмотря на все более широкое использование PRP в терапевтических целях, ее клинические эффекты весьма разнообразны. PRP может стимулировать пролиферацию дермальных фибробластов человека и увеличивать синтез коллагена I типа *in vitro* [9]. Кроме того, согласно гистологическим данным, PRP при введении в глубокую дерму и непосредственно подкожную клетчатку вызывает активацию фибробластов и отложение нового коллагена, а также образование новых кровеносных сосудов и жировой ткани [10]. PRP используется в регенеративной медицине для лечения язв, заболеваний опорно-двигательной системы, а также для восстановления тканей после операции, улучшения кровообращения при хронических ранах, связанных с невропатиями и сосудистыми заболеваниями [4, 11, 12]. Еще одно применение PRP – это лечение послеожоговых, послеоперационных рубцов и рубцов от угревой сыпи [10].

Препараты PRP, полученные при помощи разных технологий, различаются по качественному и количественному составу компонентов. В зависимости от количественного содержания в препаратах лейкоцитов и фибрина их можно разделить на 4 группы:

- чистая обогащенная тромбоцитами плазма крови (P-PRP – Pure Platelet Rich Plasma);
- обогащенная лейкоцитами и тромбоцитами плазма крови (L-PRP – Leucocyte and Platelet Rich Plasma);
- чистый обогащенный тромбоцитами фибрин (P-PRF – Pure Platelet Rich Fibrin);
- обогащенный лейкоцитами и тромбоцитами фибрин (L-PRF – Leucocyte and Platelet Rich Fibrin) [13].

Количественный и качественный клеточный состав образца плазмы имеет важное значение. Большинство

авторов сходятся во мнении, что терапевтической концентрацией следует считать содержание тромбоцитов не менее 10%/мкл [1, 14, 15].

Несмотря на то что сейчас доступно множество коммерческих устройств для клинического приготовления PRP, стандартизованного протокола пока не существует. Более того, мало научных исследований, посвященных тому, как оптимизировать приготовление PRP человека. Например, не проводилось всестороннего исследования, каким образом центробежная сила, действующая на образцы периферической крови при центрифугировании, влияет на характеристики PRP. В связи с этим настоящее исследование посвящено разработке оптимизированного и воспроизводимого метода приготовления PRP, а также характеристике содержания тромбоцитов и лейкоцитов в полученных фракциях при разных режимах центрифугирования.

Цель исследования

Определить оптимальные технологические режимы для приготовления аутоплазмы, обогащенной тромбоцитами, при использовании стандартного лабораторного оборудования.

Материал и методы

Кровь для исследования забирали в вакуумные пробирки в объеме 5 мл из локтевой вены у здоровых добровольцев. Для сепарации форменных элементов крови в пробирке применяли стандартную лабораторную центрифугу CM-6M. Всего проведено 65 исследований концентрации тромбоцитов в полученных образцах плазмы. В группу 1 вошли 45 исследований, проведенных с использованием вакуумных пробирок 13×100 мм с литий-гепарином. При этом все они были разделены на 3 подгруппы по 15 пробирок в зависимости от режима центрифугирования. В 1-й подгруппе применялся режим 1000 об./мин в течение 5 мин, что для центрифуги CM-6M соответствовало центробежной силе в 184 g. Во 2-й подгруппе центрифугирование осуществляли со скоростью 1500 об./мин (415 g) в течение 10 мин. В подгруппе 3 применялся режим 3000 (1660 g) об./мин в течение 10 мин. Выбор режимов центрифугирования подбирали эмпирически. В группе сравнения кровь забирали в 20 вакуумных пробирок 13×100 мм, содержащих помимо литий-гепарина сепарационный гель. Режим центрифугирования для группы сравнения был выбран со скоростью 2000 об./мин (738 g) в течение 10 мин, так как данный режим рекомендован производителем для получения PRP. После окончания центрифугирования визуально разделяли плазму на верхний, средний и нижний слой и отбирали по 800 мкл из каждого слоя в трех независимых пробах (рис. 1). Образцы окрашивали по Паппенгейму, считали количество тромбоцитов и лейкоцитов до центрифугирования и в каждом

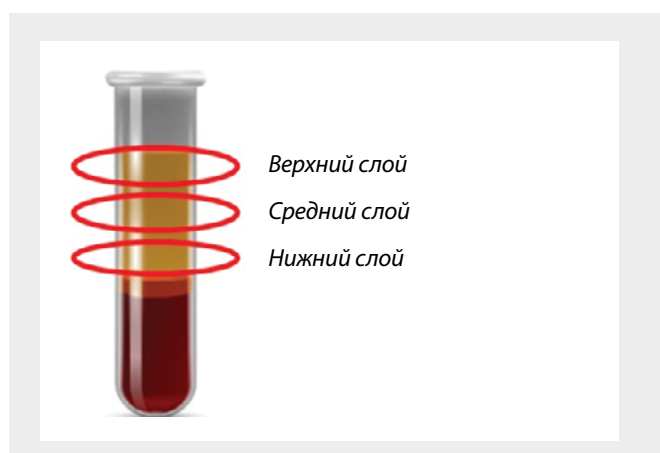


Рисунок 1. Области для отбора проб обогащенной тромбоцитами плазмы после центрифугирования образцов
Figure 1. Areas for sampling platelet-rich plasma after sample centrifugation

из слоев после центрифугирования. Подсчет клеточных элементов крови проводился в камере Горяева и по методу Фонио, в дальнейшем вычислялся интегральный показатель по двум методам.

Статистическую обработку результатов исследования выполняли с помощью программы Med Calc Statistical Software (Бельгия). Характер распределения

выборочных значений оценивали с помощью критерия Шапиро–Уилка. Поскольку все вариационные ряды продемонстрировали нормальное распределение, результаты представлены в виде среднего арифметического значения и ошибки выборочного среднего ($M \pm m$). Достоверность различия выборочных средних оценивали с помощью t -критерия Стьюдента. Нулевая гипотеза отвергалась при значении порога доверительной вероятности $p < 0,05$.

Результаты

Среднее количество тромбоцитов в цельной крови, взятой для исследования, в 1-й группе составило $273,2 \pm 15,8$ тыс./мкл, что соответствовало нормальным показателям содержания тромбоцитов в периферической крови человека. Во всех подгруппах после применения различных режимов центрифугирования терапевтической концентрации тромбоцитов в верхних слоях образцов не зарегистрировано, количество тромбоцитов определялось в пределах от $175,3 \pm 9,3$ до $401,6 \pm 22,7$ тыс./мкл. После проведения первого режима центрифугирования со скоростью 1000 об./мин (184 g) в течение 5 мин содержание тромбоцитов в верхнем слое образца плазмы составило $401,6 \pm 25,3$ тыс./мкл, в среднем слое – $891,8 \pm 37,2$ тыс./мкл, в нижнем слое – $1136,1 \pm 44,4$ тыс./мкл (рис. 2).

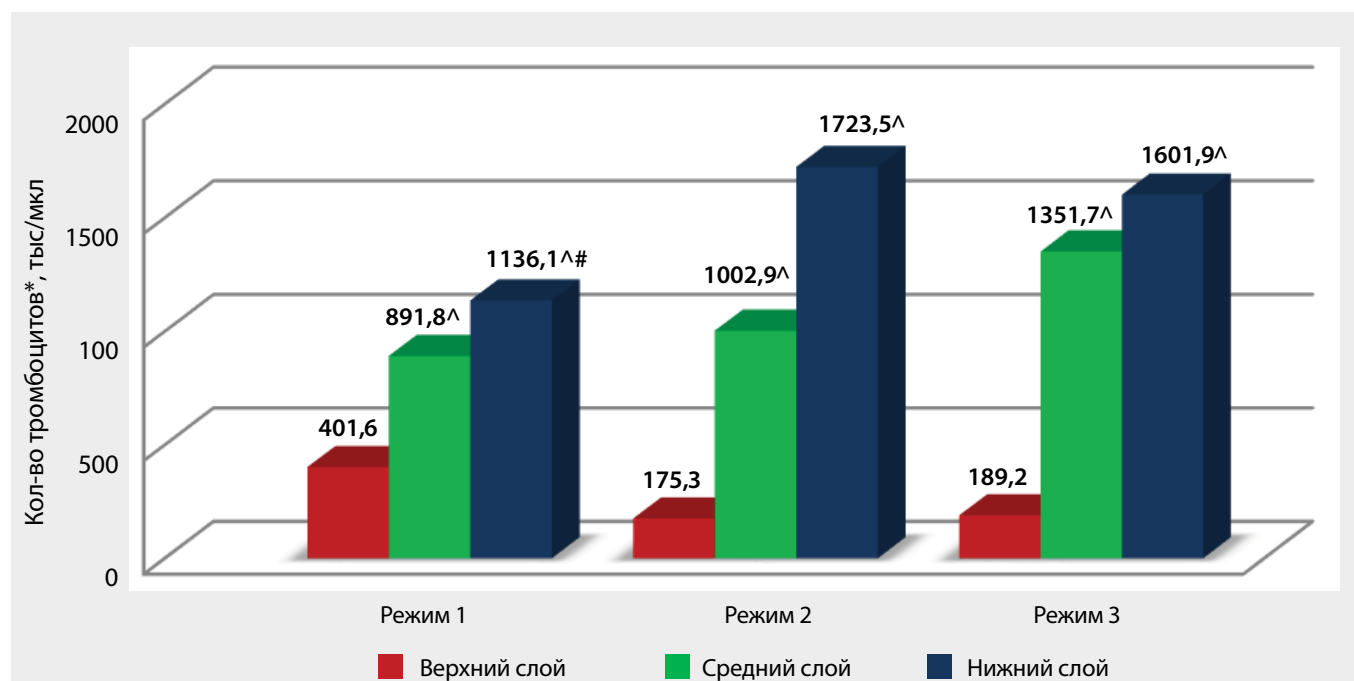


Рисунок 2. Концентрация тромбоцитов в образцах плазмы 1-й группы

Прим.: [^] $p < 0,05$ относительно показателей для верхнего слоя внутри подгруппы; [#] $p < 0,05$ относительно показателей для верхнего слоя между подгруппами; * среднее арифметическое от медианных значений количества тромбоцитов по Фонио и при их подсчете в камере Горяева

Figure 2. The concentration of platelets in plasma samples of the first group

Note: [^] $p < 0.05$, compared to the indicators for the upper layer within the subgroup; [#] $p < 0.05$, compared to the indicators for the upper layer between the subgroups; * the average of the median values of the number of platelets according to Fonio and when they are counted in the Goryaev chamber

Наибольшую концентрацию тромбоцитов в нижнем слое образца плазмы – $1723,5 \pm 125,4$ тыс./мкл удалось получить при проведении второго режима центрифугирования со скоростью 1500 об./мин (415 г) в течение 10 мин. При этом в среднем слое образца также отмечалась достаточно высокая концентрация тромбоцитов, чтобы считать эту плазму обогащенной – $1002,9 \pm 77,1$ тыс./мкл. В результате центрифугирования образцов плазмы подгруппы 3 в режиме 3000 (1660 г) об./мин в течение 10 мин получены наибольшие показатели концентрации тромбоцитов в среднем слое образца – $1351,7 \pm 96,3$ тыс./мкл. Статистически достоверной разницы в этих случаях между средним и верхним слоем, концентрация тромбоцитов в котором составила $1601,9 \pm 113,6$ тыс./мкл, не выявлено ($p = 0,041$).

Наименьшее количество примесей в виде лейкоцитов определено в верхних и средних слоях образцов плазмы – от 0,3 до 0,6 тыс./мкл (рис. 3). В нижних слоях плазмы во всех случаях определялась высокая концентрация лейкоцитов в пределах от 1,9 до 5,2 тыс./мкл.

Среднее количество тромбоцитов цельной крови перед центрифугированием пробирок из группы 2 составило $273,2 \pm 19,8$ тыс./мкл.

При центрифугировании пробирок, содержащих сепарационный гель, в режиме 2000 об./мин (738 г) в течение 10 мин нам не удалось добиться терапевтической концентрации тромбоцитов ни в одном случае. Среднее содержание тромбоцитов в верхнем слое образца плазмы составило $23,1 \pm 1,4$ тыс./мкл, в нижнем слое – $210,1 \pm 12,2$ тыс./мкл. При этом в верхнем слое плазмы примеси в виде лейкоцитов не обнаружены вообще, в нижнем слое образца концентрация лейкоцитов составила $0,1 \pm 0,05$ тыс./мкл.

Обсуждение

Концентрации тромбоцитов и лейкоцитов в образцах плазмы, полученных при разных режимах центрифугирования, имеют существенные различия. Показатели количества тромбоцитов в нижних слоях плазмы в группах 1 и 2 соответствуют данным исследования, в котором использовались пробирки без сепарационного геля и с ним, а также специализированные пробирки для получения PRP [16]. При этом в данной работе нет сведений об алгоритме отбора проб плазмы и ее количестве для анализа. Существуют данные о методиках, позволяющих получить концентрацию тромбоцитов более 2500 тыс./мкл, с применением больших объемов плазмы и двойного центрифугирования, что не удалось достичь в нашей работе [17, 18]. В то же время есть мнение, что важное значение имеет не столько концентрация тромбоцитов, сколько их целостность [15]. Доказано, что количество выделяемых факторов роста не коррелирует с концентрацией тромбоцитов в PRP, а скорость их высвобождения выше в гелеобразных образцах плазмы [14]. Кроме того, ряд авторов указывают, что при очень

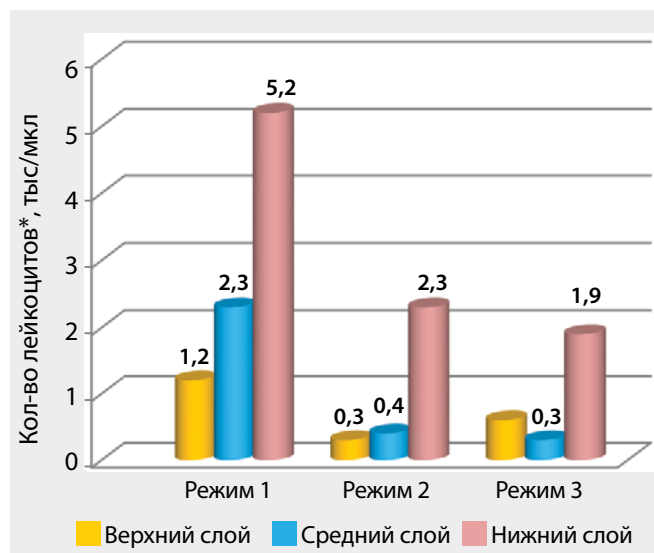


Рисунок 3. Концентрация лейкоцитов в образцах плазмы 1-й группы

Figure 3. Concentration of leukocytes in plasma samples of the first group

высокой концентрации тромбоцитов возможен также процесс аутоактивации и парадоксальный ингибирующий эффект PRP на процессы регенерации [19].

Кроме того, во многих работах описано применение специализированных устройств для получения PRP, но их использование предусматривает неизбежно высокое содержание лейкоцитов в получаемых препаратах (в среднем от 11,0 до 27,3 тыс. клеток в мкл), что не соответствует полученным нами данным [14]. Существуют противоречивые точки зрения на влияние примесей в PRP. Присутствие лейкоцитов в плазме, обогащенной тромбоцитами, предположительно оказывает положительный эффект в связи с их антибактериальной активностью, но имеющийся воспалительный потенциал лейкоцитов, содержащихся в плазме, может существенно повлиять на течение раневого процесса в целом [1, 20]. При получении собственных образцов PRP мы старались минимизировать количество лейкоцитарных примесей для профилактики развития возможных провоспалительных процессов.

Разнообразие методов получения препаратов PRP является причиной отсутствия стандартизации технологий и качества оценки результатов их применения. В большинстве отечественных и зарубежных источников методы получения PRP путем центрифугирования цельной крови описываются техническими характеристиками, включающими число оборотов центрифуги в минуту и время проведения центрифугирования, например, 3600 об./мин в течение 10 мин или 2300 ± 140 об./мин в течение 14 мин [6, 14, 17, 18]. Следует отметить, что использование показателя числа оборотов в минуту для сравнения полученных результатов у разных авторов и на разном оборудовании теряет смысл,

так как значения центробежной силы, благодаря которой и осуществляется процесс сепарации клеток крови при центрифугировании, напрямую зависят не только от количества оборотов в минуту, но и от радиуса центрифуги, и будут различаться друг от друга.

Выбранный нами наиболее оптимальный режим – 1500 об./мин (415 g) в течение 10 мин, возможно, предотвращает разрушение стенок тромбоцитов, так как количество поврежденных клеток напрямую зависит от скоростных параметров и времени проведения процедуры. Известно также, что при ускорении 400 g спонтанная активация тромбоцитов составляет 5% [16, 19]. В настоящее время нет данных об изучении соотношения числа целых и разрушенных тромбоцитов в образцах плазмы, полученных при разных режимах центрифугирования. Однако некоторые авторы сообщают о выраженном клиническом эффекте применения плазмы с содержанием тромбоцитов, в 1,5–2 раза превышающим базовую концентрацию, при доказанной целостности клеток по данным электронной микроскопии [14]. Имеются данные о клинически эффективных образцах плазмы с концентрацией тромбоцитов ниже 10^6 /мкл, полученные при малых значениях центробежной силы и однократном центрифугировании, что позволяет рассматривать возможность применения предложенных нами режимов в практике лечебных учреждений [21].

Стоит отметить, что использование пробирок с литий-гепарином и сепарационным гелем при режиме центрифугирования 738 g в течение 10 мин позволило получить обедненную тромбоцитами плазму и минимизировать количество лейкоцитарных примесей в образце. Полученный результат может быть обусловлен связыванием тромбоцитов с тиксотропным гелем, являющимся полимером и обладающим высокой вязкостью.

Заключение

Максимальными по количеству тромбоцитов являются образцы плазмы нижнего слоя, полученные при режимах центрифугирования 415 и 1660 g в течение 10 мин с использованием пробирок, не содержащих сепарационный гель. При этом образцы среднего слоя с использованием данных режимов содержат более 10^6 /мкл тромбоцитов и менее 10^3 /мкл лейкоцитов и также могут быть использованы в терапевтических целях. Следует учитывать, что отбор плазмы из нижнего слоя полученного образца после центрифугирования всегда сопровождается включением в ее состав лейкоцитов, что может приводить к нежелательным провоспалительным реакциям при ее применении. Необходимы дальнейшие фундаментальные научные исследования для определения клинически значимой роли концентрации различных клеточных компонентов в обогащенной тромбоцитами плазме.

Литература/References

1. Sánchez M, Andia I, Anitua E, et al. Platelet rich plasma (PRP) biotechnology: concepts and therapeutic applications in orthopedics and sports medicine. *Innovations in Biotechnology*. 2012;113–138. <https://doi.org/10.5772/28908>
2. Marx RE, Carlson ER, Eichstaedt R. Platelet rich plasma: growth factor enhancement for bone grafts. *Oral Surg*. 1998;85(6):638–646. [https://doi.org/10.1016/s1079-2104\(98\)90029-4](https://doi.org/10.1016/s1079-2104(98)90029-4)
3. Болдырева О.В., Вахрушев С.Г., Торопова Л.А. Применение плазмы, обогащенной тромбоцитами, в медицинской практике. *Современные проблемы науки и образования*. 2016;5.
4. Boldyreva OV, Vakhrushev SG, Toropova LA. The use of plasma enriched with platelets in medical practice. *Modern problems of science and education*. 2016;5. (In Russ.).
4. Айрапетов Г.А. Возможности применения плазмы, обогащенной тромбоцитами, при заболеваниях и повреждениях крупных суставов. *Медицинский совет*. 2019;1:84–87. <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2019-1-84-87>
5. Airapetov GA. The possibilities of using platelet-rich plasma in diseases and injuries of large joints. *Medical council*. 2019;1:84–87. (In Russ.). <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2019-1-84-87>
5. Медведев В.Л., Опольский А.М., Коган М.И. Перспективы развития регенеративных технологий. Современные знания об аутоплазме, обогащенной тромбоцитами, и возможности ее применения в лечении урологических заболеваний. *Кубанский научный медицинский вестник*. 2018;25(3):155–161. <https://doi.org/10.25207/1608-6228-2018-25-3-155-161>
6. Medvedev VL, Opolskiy AM, Kogan MI. Prospects for the development of regenerative technologies. Current knowledge of platelet rich plasma and the possibility of its application in treatment of complicated urological diseases. *Kuban Scientific Medical Bulletin*. 2018;25(3):155–161. (In Russ.). <https://doi.org/10.25207/1608-6228-2018-25-3-155-161>
6. Арсютов Д.Г. Хирургия регматогенной отслойки сетчатки с использованием обогащенной тромбоцитами плазмы (PRP). *Практическая медицина*. 2018;3(114):11–13.
7. Arsyutov DG. Surgery of rhegmatogenous retinal detachment with the use of platelet-rich plasma (PRP). *Practical medicine*. 2018;3(114):11–13. (In Russ.).
7. Фасахов Р.Р., Гайзатуллин Р.Р. Комбинированная терапия контрактур суставов кисти. *Norwegian Journal of development of the International Science*. 2020;51:50–53. <https://doi.org/10.24412/3453-9875-2020-51-2-50-52>
8. Fasakhov RR, Gaizatullin RR. Combined therapy contractures of the hand joints. *Norwegian Journal of development of the International Science*. 2020;51:50–53. (In Russ.). <https://doi.org/10.24412/3453-9875-2020-51-2-50-52>
8. Коровин А.Я., Базлов С.Б., Андреева М.Б., и др. Результаты лечения некротизирующей инфекции у пациентов с хронической артериальной недостаточностью нижних конечностей. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. 2019;10:43–49. <https://doi.org/10.17116/hirurgia201910143>
9. Korovin AY, Bazlov SB, Andreeva MB, et al. Treatment of necrotizing infection in patients with chronic arterial insufficiency of the lower extremities. *Pirogov Journal of Surgery*. 2019;10:43–49. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/hirurgia201910143>
9. Kim DH, Je YJ, Kim CD, et al. Can platelet-rich plasma be used for skin rejuvenation? Evaluation of effects of platelet-rich plasma on human dermal fibroblast. *Ann Dermatol*. 2011;23(4):424–431. <https://doi.org/10.5021/ad.2011.23.4.424>
10. Alves R, Grimalt R. A review of platelet-rich plasma: history, biology, mechanism of action, and classification. *Skin appendage disorders*. 2018;4(1):18–24. <https://doi.org/10.1159/000477353>

11. Shen L, Yuan T, Chen S, et al. The temporal effect of platelet-rich plasma on pain and physical function in the treatment of knee osteoarthritis: systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *J Orthop Surg Res.* 2017;12(1):16. <https://doi.org/10.1186/s13018-017-0521-3>
12. Conde-Montero E, de la Cueva Dobao P, Martínez González J. Platelet-rich plasma for the treatment of chronic wounds: evidence to date. *J Chronic Wound Care Management and Research.* 2017;4:107–120. <https://doi.org/10.2147/cwcmr.s118655>
13. Ehrenfest D, Rasmusson L, Albrektsson T. Classification of platelet concentrates: from pure platelet-rich plasma (P-PRP) to leucocyte- and platelet-rich fibrin (L-PRF). *Trends in Biotechnology.* 2009;27(3):158–167. <http://doi.org/10.1016/j.tibtech.2008.11.009>
14. Degen RM, Bernard JA, Oliver KS, et al. Commercial separation systems designed for preparation of platelet-rich plasma yield differences in cellular composition. *HSS J.* 2017;13:75–80. <https://doi.org/10.1007/s11420-016-9519-3>
15. Anitua E, Andia I, Ardanza B, et al. Autologous platelets as a source of proteins for healing and tissue regeneration. *Thromb Haemost.*, 2004;91:4–15. PMID:1469156. <https://doi.org/10.1160/TH03-07-0440>
16. Сулаева О.Н. Получение богатой тромбоцитами плазмы: мифы и реальность. *Мир медицины и биологии.* 2017;3(61):150–153. <https://doi.org/10.26724/2079-8334-2017-3-61-150-153>
- Sulaeva ON. Obtaining of platelet-rich plasma: myths and reality. *World of Medicine and Biology.* 2017;3(61):150–153. (In Russ.). <https://doi.org/10.26724/2079-8334-2017-3-61-150-153>
17. Piao L, Park H, Jo CH. Theoretical prediction and validation of cell recovery rates in preparing platelet-rich plasma through a centrifugation. *PloS One.* 2017;12(11):e0187509. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0187509>
18. Everts P, Onishi K, Jayaram P, et al. Platelet-rich plasma: new performance understandings and therapeutic considerations in 2020. *Int J Mol Sci.* 2020;21(20):7794. PMID: 33096812. <https://doi.org/10.3390/ijms21207794>
19. Sister D. *PRP: the new frontier in regenerative medicine and aesthetic medicine.* Firenze; 2016:58.
20. Drago L, Bortolin M, Vassena C, et al. Plasma components and platelet activation are essential for the antimicrobial properties of autologous platelet-rich plasma: an in vitro study. *PLoS One.* 2014;9:e107813. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0107813>
21. Marx RE. Platelet-rich plasma: evidence to support its use. *J Oral Maxillofac Surg.* 2004;62(4):489–496. PMID: 15085519. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2003.12.003>

Сведения об авторах

Базлов Сергей Борисович, к. м. н., доцент кафедры факультетской и госпитальной хирургии, Кубанский

государственный медицинский университет (Краснодар, Россия). <http://orcid.org/0000-0002-0610-3516>

Мелконян Карина Игоревна, к. м. н., доцент, заведующая центральной научно-исследовательской лабораторией, Кубанский государственный медицинский университет (Краснодар, Россия). <http://orcid.org/0000-0003-2451-6813>

Русинова Татьяна Викторовна, к. б. н., научный сотрудник центральной научно-исследовательской лаборатории, Кубанский государственный медицинский университет (Краснодар, Россия). <http://orcid.org/0000-0003-2962-3212>

Попандопуло Константин Иванович, д. м. н., заведующий кафедрой факультетской и госпитальной хирургии, Кубанский государственный медицинский университет (Краснодар, Россия). <http://orcid.org/0000-0002-8668-7442>

Марченко Николай Владимирович, к. м. н., доцент кафедры факультетской и госпитальной хирургии, Кубанский государственный медицинский университет (Краснодар, Россия). <http://orcid.org/0000-0002-7583-8321>

Даниил Дмитриевич Шевчук, студент 5-го курса, лечебный факультет, Кубанский государственный медицинский университет (Краснодар, Россия). <https://orcid.org/0000-0002-5881-8767>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Author Credentials

Sergey B. Bazlov, Cand. Sci. (Med.), Associate Professor, Department of Faculty and Hospital Surgery, Kuban State Medical University (Krasnodar, Russian Federation). <http://orcid.org/0000-0002-0610-3516>

Karina I. Melkonian, Cand. Sci. (Med.), Associate Professor, Head of the Central Research Laboratory, Kuban State Medical University (Krasnodar, Russian Federation). <http://orcid.org/0000-0003-2451-6813>

Tatiana V. Rusinova, Cand. Sci. (Bio.), Research Fellow, Central Research Laboratory, Kuban State Medical University (Krasnodar, Russian Federation). <http://orcid.org/0000-0003-2962-3212>

Konstantin I. Popandopulo, Dr. Sci. (Med.), Head of the Department of Faculty and Hospital Surgery, Kuban State Medical University (Krasnodar, Russian Federation). <http://orcid.org/0000-0002-8668-7442>

Nikolay V. Marchenko, Cand. Sci. (Med.), Associate Professor, Department of Faculty and Hospital Surgery, Kuban State Medical University (Krasnodar, Russian Federation). <http://orcid.org/0000-0002-7583-8321>

Daniil D. Shevchuk, 5th year student, Medical Faculty, Kuban State Medical University (Krasnodar, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0002-5881-8767>

Conflict of interest: none declared.



Доступность специализированной медицинской помощи при тяжелых травмах головы в период пандемии COVID-19

© В.Т. Корхмазов^{1*}, В.И. Перхов²

¹ Городская больница № 1, Новороссийск, Россия

² Центральный научно-исследовательский институт организации и информатизации здравоохранения, Москва, Россия

* В.Т. Корхмазов, Городская больница № 1, 353915, Новороссийск, ул. Революции 1905 года, 30, korxmazov@mail.ru

Поступила в редакцию 21 января 2022 г. Исправлена 15 февраля 2022 г. Принята к печати 21 февраля 2022 г.

Резюме

Актуальность: Пандемия COVID-19 вызвала перегрузку национальных систем здравоохранения по всему миру. На примере анализа оказания помощи при черепно-мозговом травматизме изучено, как пандемия изменила доступность экстренной медицинской помощи.

Материал и методы: Проанализированы данные за 2019–2020 гг. по каждому из 85 субъектов Российской Федерации (РФ), содержащиеся в формах государственного статистического наблюдения, а также сведения Федеральной службы государственной статистики по числу умерших от травм головы (переломов костей черепа и лица) за указанный период. Для измерения уровня доступности медицинской помощи нами использован коэффициент соотношения числа госпитализаций к общему числу смертей при травме головы в субъектах РФ до пандемии COVID-19 (2019) и в 2020 г., когда пандемия уже началась. Чем выше коэффициент соотношения числа госпитализаций в круглосуточные стационары при травме головы к суммарному числу случаев смерти от травмы головы, тем выше уровень доступности специализированной медицинской помощи, оказываемой в экстренном порядке. При этом учитывалось, что в случае доставки пострадавшего в больницу живым шансы на спасение жизни увеличиваются.

Результаты: В допандемический 2019 г. примерно в половине случаев получения травмы головы пострадавшие госпитализировались в круглосуточный стационар (274,6 тыс. случаев госпитализации на 566,6 тыс. случаев травмы головы, или 48,5% от общего числа случаев травм головы). В 2020 г. их доля снизилась до 43,1% – 207,5 тыс. случаев госпитализации на 481,3 тыс. случаев получения травмы головы за год всего. В среднем по субъектам РФ размер коэффициента соотношения числа госпитализаций к общему числу смертей при травме головы в субъектах РФ в 2019 г. составил $11,6 \pm 4,3$ и в 2020 г. – $8,8 \pm 3,3$. Коэффициент вариации признака – 37,5 и 37,6% в 2019 и 2020 гг. соответственно, что свидетельствует о его высокой изменчивости в разрезе субъектов РФ. Доля лиц, погибших от травмы головы, увеличилась с 3,8% в 2019 г. до 4,5% в 2020 г. от общего числа получивших данный вид травмы, или в 1,2 раза.

Выводы: Из-за снижения вследствие пандемии доступности экстренной специализированной медицинской помощи избыточная смертность от тяжелой травмы головы в 2020 г. составила не менее 3 тыс. человек или 15% от общего числа случаев смерти. Перепрофилирование специализированных больниц, перераспределение временных и материальных ресурсов здравоохранения в условиях пандемии не должно сопровождаться сокращением объемов медицинской помощи при угрозе жизни. Отношение числа госпитализаций в круглосуточные стационары при тяжелых травмах или заболеваниях к суммарному числу случаев смерти от этих же причин является показателем уровня доступности медицинской помощи, которая не может быть отсечена.

Ключевые слова: организация медицинской помощи, доступность медицинской помощи, черепно-мозговая травма, избыточная смертность при пандемии COVID-19

Цитировать: Корхмазов В.Т., Перхов В.И. Доступность специализированной медицинской помощи при тяжелых травмах головы в период пандемии COVID-19. *Инновационная медицина Кубани*. 2022;(1):44–52. <https://doi.org/10.35401/2500-0268-2022-25-1-44-52>

Availability of specialized medical care in cases of severe head injuries during the COVID-19 pandemic

© Valery T. Korkhmazov^{1*}, Vladimir I. Perkhov²

¹ Novorossiysk City Hospital no. 1, Novorossiysk, Russian Federation

² Federal Research Institute for Health Organization and Informatics of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation

* Valery T. Korkhmazov, Novorossiysk City Hospital no. 1, 30, Revolutsii 1905 goda str., Novorossiysk, 353915, korxmazov@mail.ru

Received: January 21, 2022. Received in revised form: February 15, 2022. Accepted: February 21, 2022.

Abstract

Background: The pandemic of COVID-19 caused an overload of national health care systems worldwide. The analyses of the ways the pandemic changed the availability of the medical care provided in emergency situations has been carried out based on cases of craniocerebral trauma treatment.



Material and methods: Data for the period of 2019–2020 on each of 85 territorial subjects of the Russian Federation which are contained in forms of the state statistical observation and also data of Federal State Statistics Service on number of the deceased from head injuries (bone fractures of skull and face) in the period of 2019–2020 have been analyzed. For the measurement of medical care availability level we used the ratio of number of hospitalizations to the total number of deaths due to head injury in territorial subjects of the Russian Federation before COVID-19 pandemic (in 2019) and during the pandemic in 2020. The higher the ratio of admissions in the round-the-clock hospitals to total number of lethal cases due to head trauma, the higher the availability of the specialized emergency medical care. At the same time, we recognize that if the person with a severe head injury is brought to the hospital alive the chances to save his life increase.

Results: In 2019 approximately half of the patients with cases of head injuries were admitted in the round-the-clock hospital (the ratio is 274.6 thousand cases of hospitalization to 566.6 thousand cases of the head injury – 48.5% of the total number of head injury cases). In 2020 the share of such cases decreased to 43.1% – 207.5 thousand cases of hospitalization to 481.3 thousand cases of head injury in a year total. On an average in territorial subjects of the Russian Federation the ratio coefficient of hospitalizations number to the total number of lethal outcomes due to head injury in 2019 was 11.6 ± 4.3 , in 2020 – 8.8 ± 3.3 . Feature variation coefficient is 37.5% and 37.6% in 2019 and 2020 respectively which demonstrates its high variability in territorial subjects of the Russian Federation. A share of the lethal outcomes due to a head injury increased from 3.8% in 2019 to 4.5% in 2020 of total number of patients that received this type of trauma, or by 1.2 times.

Conclusion: Due to the decrease of the emergency specialized medical care availability because of the pandemic the excess mortality from severe head injuries in 2020 was not less than 3 thousand people or 15% of the total number of cases of death. Hospital repurposing, redistribution of temporary and physical healthcare resources during the pandemic shouldn't be followed by the decrease of medical care in emergency cases. The relation indicator of the number of admissions in the round-the-clock hospitals of patients with severe injuries or diseases to total number of lethal outcomes due to the same reasons is the indicator showing the availability level of medical care that can't be delayed.

Keywords: the organization of medical care, medical care availability, craniocerebral trauma, excess mortality during COVID-19 pandemic

Cite this article as: Korkhmazov V.T., Perkhov V.I. Availability of specialized medical care in cases of severe head injuries during the COVID-19 pandemic. *Innovative Medicine of Kuban*. 2022;(1):44–52. <https://doi.org/10.35401/2500-0268-2022-25-1-44-52>

Введение

Доступность медицинской помощи – это беспрепятственная возможность получения медицинских услуг вне зависимости от географических, экономических, социальных, культурных, организационных, языковых или каких-либо других барьеров [1, 2]. Политики, правоведы, организаторы здравоохранения и клиницисты все больше высказывают свою озабоченность тем, что доступ к системе медицинского обслуживания становится все более затрудненным и должен быть улучшен [3–6].

Множество программ, реализованных в течение последних 30 лет с целью достижения свободного доступа населения к медицинскому обслуживанию, направлены на увеличение государственного финансирования здравоохранения, совершенствование программ обязательного медицинского страхования [7, 8]. Другие призваны улучшить доступность путем оптимизации организации медицинской помощи, повышения эффективности использования ресурсов системы здравоохранения [9–11]. Все эти меры в итоге предназначены для равной возможности получения медицинского обслуживания для различных групп населения.

Большое значение имеет доступность медицинской помощи, оказываемой в экстренном порядке, так как жизнеугрожающие состояния часто приводят к смерти пациента [12].

Цель исследования

На примере анализа черепно-мозгового травматизма оценить как пандемия COVID-19 отразилась

на доступности специализированной медицинской помощи, оказываемой в экстренном порядке.

Материал и методы

Проанализированы данные за 2019–2020 гг. по каждому из 85 субъектов Российской Федерации (РФ), содержащиеся в формах государственного статистического наблюдения «Сведения о деятельности подразделений медицинской организации, оказывающих медицинскую помощь в стационарных условиях» и «Сведения о медицинской организации», а также данные Федеральной службы государственной статистики о числе умерших от травм головы (переломов костей черепа и лица) за 2019–2020 гг. Все данные были проанализированы с использованием IBM SPSS для Windows версии 25. Для оценки изменчивости показателей использовался коэффициент вариации (отношение среднеквадратического отклонения к средней величине, выраженное в процентах). Совокупность считалась однородной, если коэффициент вариации не превышал 33%. Картографическое представление данных выполнено с помощью сервиса Datawrapper (<https://www.datawrapper.de/>).

Для измерения уровня доступности медицинской помощи нами использован коэффициент соотношения числа госпитализаций к общему числу смертей при травме головы в субъектах РФ до пандемии COVID-19 в 2019 и 2020 г., когда пандемия уже началась. При этом исходно учитывалось то, что в случае своевременной доставки в больницу человека, получившего тяжелую травму головы, шансы на спасение

жизни значимо увеличивались. Чем выше коэффициент соотношения числа госпитализаций в круглосуточные стационары при травме головы к суммарному числу случаев смерти от этого вида повреждения, тем выше доля пострадавших, в том числе с тяжелой травмой, доставленных в больницы и получивших специализированное лечение, а также шансы на сохранение жизни.

Результаты исследования

Всего в Российской Федерации в допандемический 2019 г. зафиксировано 566 589 случаев получения и 21 495 случаев смерти от травмы головы, а в 2020 г. – 481 336 случаев получения и 21 555 случаев смерти от травмы головы. В 2020 г. в среднем по субъектам РФ коэффициент смертности составил $16,1 \pm 5,0$ случая смерти на 100 тыс. населения, коэффициент вариации – 30,8%, что свидетельствует об умеренной изменчивости признака. Тем не менее между отдельными регионами существуют 2–4-кратные различия по данному показателю.

В таблице 1 представлены 15 субъектов РФ с наибольшим и 15 субъектов РФ с наименьшим уровнем смертности от травм головы в 2020 г. в расчете на 100 тыс. населения.

Число госпитализаций в круглосуточные стационары с черепно-мозговой травмой составило 274 633

и 207 474 случая в 2019 и 2020 гг. соответственно, или в разрезе субъектов Российской Федерации $17,8 \pm 5,5$ в 2019 г. и $13,5 \pm 4,0$ на 10 000 населения в 2020 г. Различия между регионами по данному показателю достигают 2–5-кратных величин.

В таблице 2 представлены 15 субъектов РФ с наибольшей и 15 субъектов РФ с наименьшей частотой госпитализации в круглосуточные стационары с черепно-мозговой травмой в 2020 г.

В среднем по субъектам Российской Федерации размер коэффициента соотношения числа госпитализаций к общему числу смертей при травме головы в 2019 г. составил $11,6 \pm 4,3$; в 2020 г. – $8,8 \pm 3,3$. Коэффициент вариации признака – 37,5 и 37,6% в 2019 и 2020 гг. соответственно, что свидетельствует о его высокой изменчивости в разрезе субъектов Российской Федерации.

В допандемический 2019 г. примерно в половине случаев получения травмы головы пострадавшие госпитализировались в круглосуточный стационар (274,6 тыс. случаев госпитализации на 566,6 тыс. случаев травмы головы, или в 48,5% от общего числа случаев травм головы). В 2020 г. доля таких случаев снизилась до 43,1% – 207,5 тыс. случаев госпитализации на 481,3 тыс. случаев получения травмы головы за год всего.

В таблице 3 представлена описательная статистика коэффициента соотношения числа госпитализаций

Таблица 1

Субъекты РФ с наибольшим и наименьшим уровнем смертности от травм головы в 2020 г.

Table 1

Territorial subjects of the Russian Federation with the greatest and the smallest head injuries mortality rate in 2020

Субъекты РФ с наибольшим уровнем смертности от травм головы		Субъекты РФ с наименьшим уровнем смертности от травм головы	
Наименование субъекта	Коэффициент смертности на 100 тыс. населения	Наименование субъекта	Коэффициент смертности на 100 тыс. населения
Магаданская область	32,2	Чеченская Республика	7,1
Чукотский АО	32,1	Карачаево-Черкесская Р.	7,9
Амурская область	27,0	Республика Ингушетия	8,4
Забайкальский край	24,6	Республика Адыгея	8,4
Республика Тыва	24,3	Республика Калмыкия	8,5
Владимирская область	24,1	Кабардино-Балкарская Республика	8,5
Чувашская Республика	23,9	Тюменская область без автономии	10,1
Сахалинская область	23,4	Астраханская область	11,1
Республика Бурятия	23,3	Курская область	11,1
Республика Коми	22,3	Саратовская область	11,3
Приморский край	21,8	Тюменская область	11,3
Камчатский край	21,8	Республика Дагестан	11,4
Тульская область	21,3	Респ. Северная Осетия-Алания	11,5
Иркутская область	20,4	Ростовская область	11,6
Ненецкий АО	20,3	Ханты-Мансийский АО	11,7

Таблица 2

Субъекты Российской Федерации с наибольшей и наименьшей частотой госпитализации в круглосуточные стационары с черепно-мозговой травмой в 2020 г.

Table 2

Territorial subjects of the Russian Federation with the greatest and the smallest frequency of patients admission to the round-the-clock hospitals with a craniocerebral injury in 2020

Субъекты РФ с наибольшей частотой госпитализации с черепно-мозговой травмой		Субъекты РФ с наименьшей частотой госпитализации с черепно-мозговой травмой	
Наименование субъекта	Число госпитализаций на 1 тыс. населения	Наименование субъекта	Число госпитализаций на 1 тыс. населения
Саратовская область	32,1	Чеченская Республика	6,2
Самарская область	21,9	Республика Адыгея	7,2
Приморский край	21,5	Республика Мордовия	8,1
Ставропольский край	21,2	Республика Дагестан	8,3
Республика Коми	20,9	Белгородская область	8,6
Ненецкий АО	20,8	Кабардино-Балкарская Р.	8,6
Республика Алтай	20,7	Кировская область	8,7
Сахалинская область	19,6	Орловская область	9,1
Иркутская область	19,5	город Севастополь	9,3
Владимирская область	18,0	Еврейская АО	9,3
Тверская область	17,9	Ямало-Ненецкий АО	9,5
Республика Карелия	17,5	Новгородская область	9,5
Новосибирская область	17,5	Брянская область	9,5
город Санкт-Петербург	17,0	Костромская область	9,8
Вологодская область	16,5	Удмуртская Республика	10,0

Таблица 3

Описательная статистика коэффициента соотношения числа госпитализаций к общему числу смертей при травме головы в субъектах РФ в 2019 и 2020 гг.

Table 3

Descriptive statistics of a ratio of hospitalizations number to the total number of deaths due to head injury in territorial subjects of the Russian Federation in 2019 and 2020

Статистические характеристики		2019 г.	2020 г.
Среднее арифметическое значение		11,6	8,8
95%-й доверительный интервал для среднего	Нижняя граница	10,6	8,0
	Верхняя граница	12,6	9,6
Среднее по выборке, усеченной на 5%		11,4	8,6
Медиана		11,0	8,4
Дисперсия		18,9	11,0
Стандартное отклонение		4,3	3,3
Минимум		1,8	1,5
Максимум		23,9	17,7
Диапазон		22,1	16,2
Межквартильный диапазон		5,3	3,7
Асимметрия		0,7	0,8
Экссесс		0,6	0,6

к общему числу смертей при травме головы в субъектах РФ в 2019 и 2020 гг., из которой следует, что данный коэффициент за один год уменьшился на 25%. При этом коэффициент вариации признака составил 37,0 и 37,5% в 2019 и 2020 гг. соответственно,

что свидетельствует о его высокой изменчивости в разрезе субъектов РФ.

Если в 2019 г. на каждый случай смерти от травмы головы приходилось в среднем $11,6 \pm 4,3$ госпитализации, то в 2020 г. – $8,8 \pm 3,3$ госпитализации, то есть

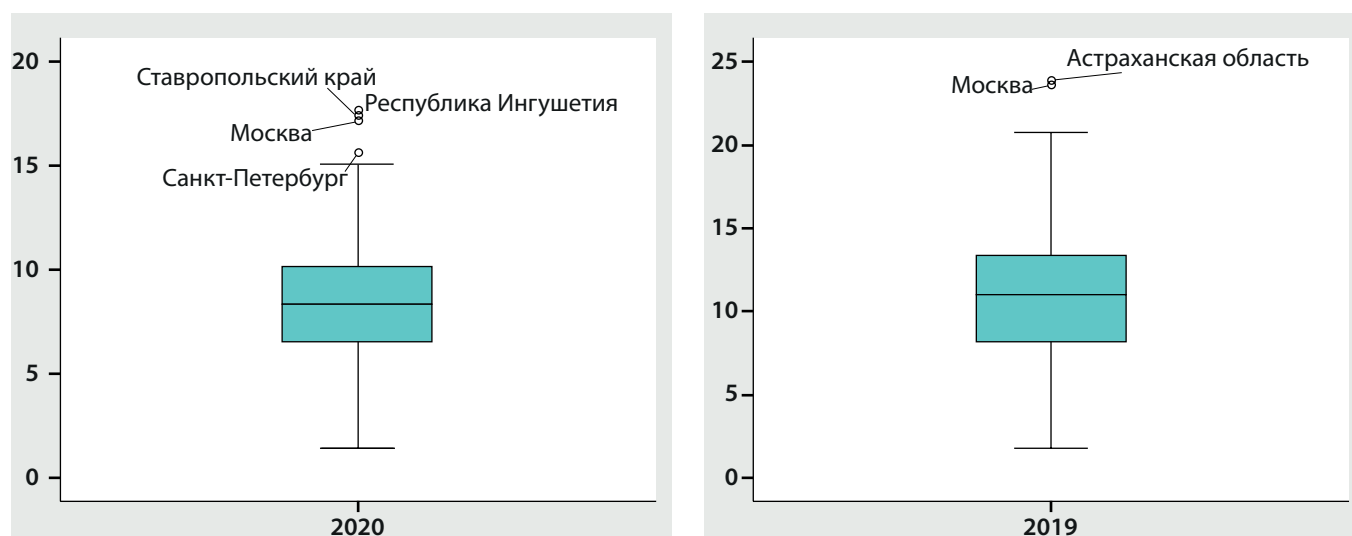


Рисунок 1. Графическое распределение коэффициента соотношения числа госпитализаций к общему числу смертей при травме головы в субъектах РФ в 2019 и 2020 г.

Figure 1. Graphic distribution of a ratio of hospitalizations number to the total number of deaths due to head injury in territorial subjects of the Russian Federation in 2019 and 2020

в 1,31 раза меньше. Данные таблицы свидетельствуют также о том, что показатели вариабельности (асимметрия, эксцесс) в 2020 г. в сравнении с 2019 г. практически не изменились.

Диаграмма Box plot («ящик с усами») показывает распределение данных внутри выборки в 2019 и 2020 г. (рис. 1).

На основе анализа диаграмм показано, что распределение данных симметрично, медиана находится между вторым и третьем квартилем, имеется 2 умеренных выброса в 2019 г. (Москва и Астраханская область) и 4 в 2020 г. (Москва, Санкт-Петербург, Республика Ингушетия, Ставропольский край). В этих регионах коэффициент соотношения числа госпитализаций к общему числу смертей при травме головы оказался существенно выше средних значений и вышел за пределы 1,5 межквартильного диапазона.

На рисунках 2, 3 представлены картограммы размера коэффициента соотношения числа госпитализаций к общему числу смертей при травме головы в субъектах РФ в 2019 и 2020 г.

Графическое изображение статистических данных, сведенных по географическому принципу, показывает, что по всей территории РФ в 2020 г. в сравнении с 2019 г. произошло уменьшение размера соотношения числа госпитализаций к общему числу смертей при травме. В наибольшей степени – в Южном и Дальневосточном федеральных округах.

В среднем по субъектам Российской Федерации, входящим в состав Южного федерального округа (ЮФО), коэффициент соотношения числа госпитализаций к общему числу смертей при травме головы составил 16,88 в 2019 г. и 11,36 в 2020 г. (снижение на 55%). Среди субъектов РФ, входящих в состав ЮФО, в 2019 г. наиболее низкий коэффициент

соотношения числа госпитализаций к общему числу смертей при травме головы в Краснодарском крае (13,08), в 2020 г. – в Республике Адыгея (8,59). В 2019 г. наиболее высокий коэффициент соотношения числа госпитализаций к общему числу смертей при травме головы в Астраханской области (23,86), в 2020 г. – в Ростовской области (14,98). В наибольшей степени уменьшился рассматриваемый показатель в 2020 г. в сравнении с 2019 г. в Астраханской области – в 2,6 раза (рис. 4).

В среднем по субъектам Российской Федерации, входящим в состав Дальневосточного федерального округа (ДФО), коэффициент соотношения числа госпитализаций к общему числу смертей при травме головы составил 8,89 в 2019 г. и 6,34 в 2020 г. (снижение на 44%). Среди субъектов РФ, входящих в состав ДФОЮ, наиболее низкий коэффициент соотношения числа госпитализаций к общему числу смертей при травме головы в Магаданской области и Чукотском автономном округе. В наибольшей степени уменьшился данный показатель в 2020 г. в сравнении с 2019 г. в Республике Саха (Якутия) – снижение в 1,44 раза, в наименьшей – в Амурской области (в 1,16 раза) (рис. 5).

Обсуждение

До настоящего времени понятие «доступность медицинской помощи» носило больше политический, чем эмпирический характер. При этом можно выделить 2 главные исследовательские темы относительно понятия доступа к медицинским услугам. Так, например, некоторые исследователи склонны приравнивать доступ к особенностям социального статуса населения (семейный доход, образование, место проживания, социальные пакеты по месту работы и т. д.) [13]. Другие утверждают, что доступ может быть оценен через удовлетворенность



Рисунок 2. Картограмма размера коэффициента соотношения числа госпитализаций к общему числу смертей при травме головы в субъектах РФ в 2019 г.

Figure 2. A cartogram of a ratio of hospitalizations number to the total number of deaths due to head injury in territorial subjects of the Russian Federation in 2019

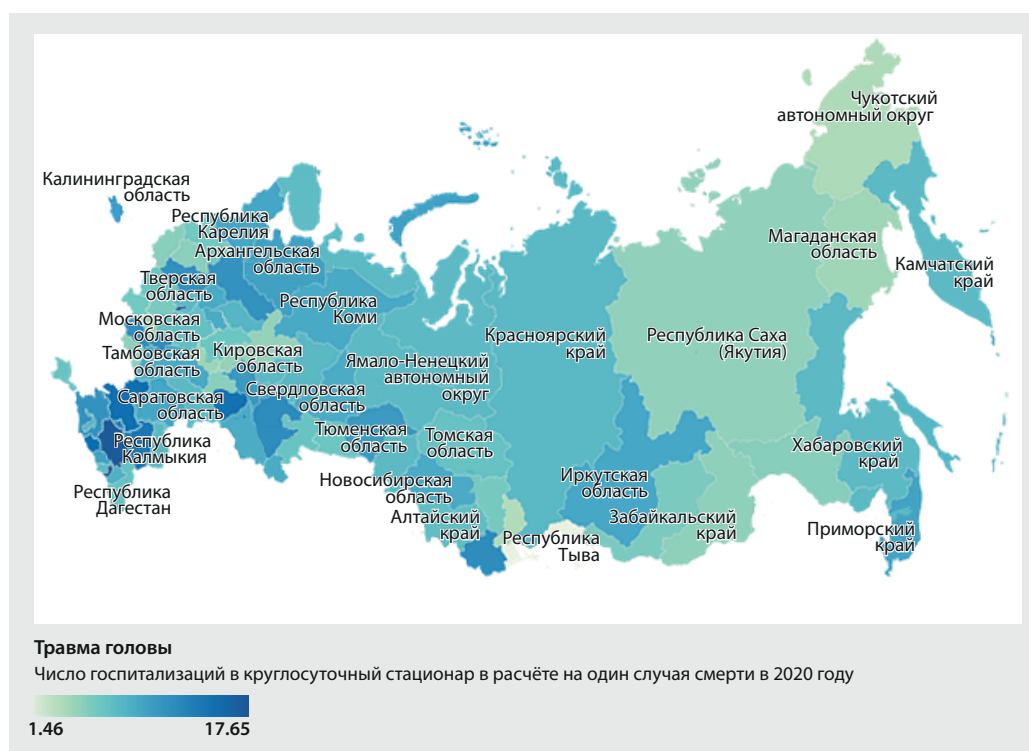


Рисунок 3. Картограмма размера коэффициента соотношения числа госпитализаций к общему числу смертей при травме головы в субъектах РФ в 2020 г.

Figure 3. A cartogram of a ratio of hospitalizations number to the total number of deaths due to head injury in territorial subjects of the Russian Federation in 2020

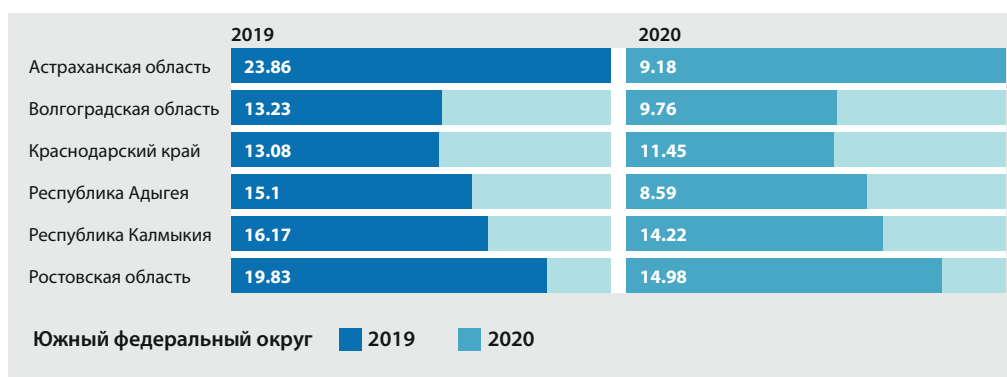


Рисунок 4. Коэффициент соотношения числа госпитализаций к общему числу смертей при травме головы в 2019 и 2020 г. в регионах, входящих в состав Южного федерального округа

Figure 4. Coefficient of a ratio of hospitalizations number to the total number of deaths due to head injury in 2019 and 2020 in the regions of the Southern Federal District

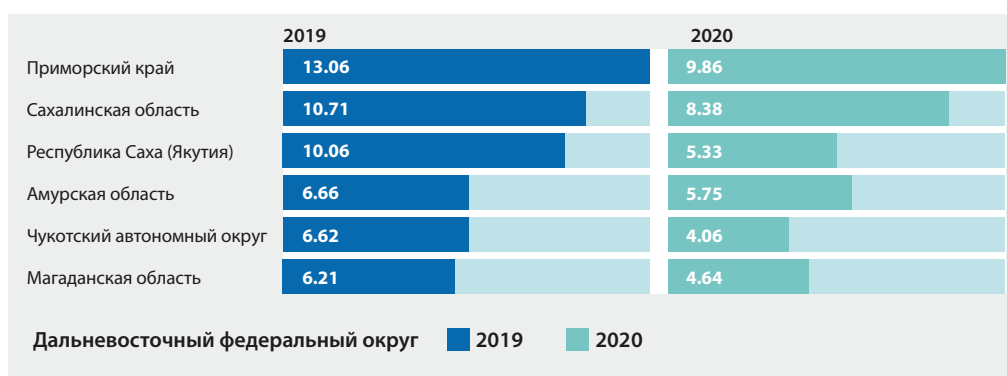


Рисунок 5. Коэффициент соотношения числа госпитализаций к общему числу смертей при травме головы в 2019 и 2020 г. в регионах, входящих в состав Дальневосточного федерального округа

Figure 5. Coefficient of a ratio of hospitalizations number to the total number of deaths due to head injury in 2019 and 2020 in the regions of the Far Eastern Federal District

оказанной медицинской помощью, изучение которой становится компонентом большого количества оценочных исследований [14–17]. Однако в целом можно утверждать, что проблема измерения уровня доступности медицинской помощи пока еще не нашла своего оптимального решения. Количественные индикаторы чаще всего сводятся к измерению времени ожидания медицинских услуг, а факторы подразделяются на организационные и географические.

Вместе с тем в современном мире появился еще один фактор, влияющий на доступность медицинских услуг, – пандемия COVID-19. Пандемия нового коронавируса оказала значительное влияние как на объем, так и на механизм направления пациентов в медицинские организации. При этом не только в России, но и в ряде других стран отмечено сокращение объемов специализированной медицинской помощи при травмах и неинфекционных заболеваниях [18].

Особую тревогу вызывает снижение объемов медицинской помощи, оказываемой в экстренном порядке при состояниях, угрожающих жизни. Одним из таких состояний является травма головы.

Социальное дистанцирование и ограничение передвижения являются одними из наиболее широко признанных немедикаментозных общественных мер по предотвращению передачи вируса от человека человеку при отсутствии специфической противовирусной терапии. Эти меры повлияли на число случаев травмы головы.

Как показало наше исследование, в Российской Федерации в 2020 г. в сравнении с 2019 г. суммарное число случаев травм головы снизилось на 15%, при этом число случаев смерти практически не изменилось. Важно отметить, что если в 2019 г. (до пандемии COVID-19) в среднем по стране каждый 11-й человек из 100, умерших от травмы головы, был госпитализирован, то есть врачи боролись за жизнь пострадавших, увеличивая их шансы на выживание, то в 2020 г. только каждый 9-й из 100, погибших от травмы головы, получил специализированную медицинскую помощь в условиях круглосуточного стационара. Снижение доступности экстренной медицинской помощи привело к увеличению доли лиц, погибших от травмы головы, с 3,8% в 2019 г. до 4,5% в 2020 г., или в 1,2 раза.

Таким образом, если бы доступность экстренной медицинской помощи в 2020 г. осталась на уровне 2019 г., то около 3,3 тыс. случаев смерти от травмы головы могли бы быть предотвращены, и их можно отнести к избыточной смертности.

Выводы

В Российской Федерации на фоне пандемии общее число травм головы уменьшилось, отражая снижение активности населения из-за общих мер изоляции. При этом число смертей от этих травм практически не изменилось, что связано с формированием дефицита объемов специализированной медицинской помощи, оказание которой в экстренном порядке спасает жизнь.

В 2020 г. не менее 3 тыс. человек с тяжелой травмой головы были ограничены в правах на получение специализированной медицинской помощи в экстренной форме, что могло способствовать их смерти. Перепрофилирование специализированных больниц, перераспределение временных и материальных ресурсов здравоохранения в условиях инфекционной пандемии не должно сопровождаться сокращением объемов медицинской помощи, оказываемой в экстренной форме. Отношение числа госпитализаций в круглосуточные стационары при тяжелых травмах или заболеваниях к суммарному числу случаев смертей от этих же причин является показателем уровня доступности медицинской помощи в региональной системе здравоохранения, которая не может быть отсрочена. Понимание этих тенденций позволит лучше планировать логистику организации скорой и неотложной медицинской помощи, а также активность отделений больниц, предназначенных для оказания специализированной медицинской помощи в экстренной и неотложной форме.

Литература/References

1. Шарабчиев Ю.Т., Дудина Т.В. Доступность и качество медицинской помощи: слагаемые успеха. *Международные обзоры: клиническая практика и здоровье*. 2013;4(4):20–25.
Sharabchiev YuT, Dudina TV. Availability and quality of medical care: components of success. *International reviews: clinical practice and health*. 2013;4(4):20–25. (In Russ.).
2. Aday LA, Andersen R. A framework for the study of access to medical care. *Health services research*. 1974;9(3):208.
3. Зюкин Д.А. Оптимизация экономических ресурсов в системе здравоохранения как угроза снижения качества и доступности медицинской помощи. *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*. 2020;8:69–76.
Zyukin DA. Optimizing economic resources in the health-care system as a threat of decreasing the quality and availability of medical care. *Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy*. 2020;8:69–76. (In Russ.).
4. Алексеева А.В. Некоторые аспекты доступности медицинской помощи детскому населению. *Детская медицина Северо-Запада*. 2018;7(1):18–25.
Alekseeva AV. Some aspects of the accessibility of medical care for children. *Children's medicine of the North-West*. 2018;7(1):18–25. (In Russ.).
5. Тимофеев И.В. Доступность и необходимость медицинской помощи: конституционно-правовое содержание понятий. *Конституционное и муниципальное право*. 2018;6:20–25.
Timofeev IV. Availability and necessity of medical care: constitutional and legal content of concepts. *Constitutional and municipal law*. 2018;6:20–25. (In Russ.).
6. Крю Д., Белло А., Саади Г. Заболевания почек: бремя болезни и доступность медицинской помощи. *Нефрология*. 2019;23(2):9–17. <https://doi.org/10.24884/1561-6274-2019-23-2-9-17>
Crews DC, Bello AK, Saadi G. Burden, access, and disparities in the kidney disease. *Nephrology*. 2019;23(2):9–17. (In Russ.). <https://doi.org/10.24884/1561-6274-2019-23-2-9-17>
7. Перхов В.И., Куделина О.В. Актуальные проблемы программы государственных гарантий бесплатного оказания гражданам медицинской помощи. *Сибирский медицинский журнал*. 2019;4(34):136–142. <https://doi.org/10.29001/2073-8552-2019-34-4-136-142>
Perhov VI, Kudelina OV. Current problems of the program on state guarantees to deliver free medical care to the citizens. *The Siberian Journal of Clinical and Experimental Medicine*. 2019;4(34):136–142. (In Russ.). <https://doi.org/10.29001/2073-8552-2019-34-4-136-142>
8. Песенникова Е.В., Перхов В.И. Анализ финансирования программы государственных гарантий бесплатного оказания гражданам Российской Федерации медицинской помощи в период до пандемии COVID-19. *Современные проблемы здравоохранения и медицинской статистики*. 2021;4(4):471–490. <http://doi.org/10.24412/2312-2935-2021-4-471-490>
Pesennikova EV, Perhov VI. The analysis of financing of the program of the state guarantees of free rendering to citizens of the Russian Federation of medical care during the period to covid-19 pandemic. *Current problems of health care and medical statistics*. 2021;4(4):471–490. (In Russ.). <http://doi.org/10.24412/2312-2935-2021-4-471-490>
9. Перхов В.И., Куделина О.В., Третьяков А.А. Оценка эффективности здравоохранения в субъектах Российской Федерации с использованием методологии Bloomberg. *Менеджер здравоохранения*. 2019;8:6–13.
Perhov VI, Kudelina OV, Tret'yakov AA. Evaluation of the effectiveness of health care in the constituent entities of the Russian Federation using the Bloomberg methodology. *Manager of Health Care*. 2019;8:6–13. (In Russ.).
10. Черешнев В.А., Кривенко Н.В., Крылов В.Г. Комплексная оценка эффективности и устойчивости региональной системы здравоохранения. *Экономика региона*. 2021;23(1):31–43. <http://doi.org/10.17059/ekon.reg.2021-1-3>
Chereshnev VA, Krivenko NV, Krylov VG. Comprehensive Assessment of the Efficiency and Sustainability of the Regional Health Care System. *Economy of region*. 2021;23(1):31–43. (In Russ.). <http://doi.org/10.17059/ekon.reg.2021-1-3>
11. Улумбекова Г.Э., Гинойан А.Б. Рейтинг эффективности систем здравоохранения регионов РФ в 2019 г. *ОРГЗДРАВ: новости, мнения, обучение. Вестник ВШОУЗ*. 2021;23(1):4–16. <http://doi.org/10.33029/2411-8621-2021-7-1-4-16>
Ulumbekova GE, Ginoyan AB. Rating of the effectiveness of healthcare systems in the regions of the Russian Federation in 2019. *ORGZDRAV: News, Views, Education Bulletin of VSHOUZ*. 2021;23(1):4–16. (In Russ.). <http://doi.org/10.33029/2411-8621-2021-7-1-4-16>
12. Перхов В.И. Об оказании медицинской помощи в экстренной форме за плату. *Менеджер здравоохранения*. 2018;5:32–38.
Perhov VI. About the legality of the payment for the provision of medical care in the emergency form. *Manager of Health Care*. 2018;5:32–38. (In Russ.).

13. Castrucci B, Auerbach J. Meeting individual social needs falls short of addressing social determinants of health. *Health Affairs Blog*. 2019;10.

14. Locker D, Dunt D. Theoretical and methodological issues in sociological studies of consumer satisfaction with medical care. *Social Science and Medicine*. 1978;12:283–292. PMID: 675282.

15. Abbasi-Moghaddam MA, Zarei E, Bagherzadeh R, et al. Evaluation of service quality from patients' viewpoint. *BMC Health Services Research*. 2019;19(1):1–7. <http://dx.doi.org/10.1186/s12913-019-3998-0>

16. Ramaswamy A, Drandsholt S, Ng E, et al. Patient Satisfaction with Telemedicine During the COVID-19 Pandemic: Retrospective Cohort Study. *Journal of medical Internet research*. 2020;22(9):e20786. PMID: 32810841. PMCID: PMC7511224. <http://dx.doi.org/10.2196/20786>

17. Karaca A, Durna Z. Patient satisfaction with the quality of nursing care. *Nursing open*. 2019;6(2):535–545. PMID: 30918704. PMCID: PMC6419107. <http://dx.doi.org/10.1002/nop2.237>

18. Horan J, Duddy JC, Gilmartin B, et al. The impact of COVID-19 on trauma referrals to a National Neurosurgical Centre. *Irish Journal of Medical Science*. 2021;190(4):1281–1293. <http://doi.org/10.1007/s11845-021-02504-7>

Сведения об авторах

Корхмазов Валерий Тамазович, к. м. н., главный врач, Городская больница № 1 (Новороссийск, Россия). <https://orcid.org/0000-0002-3281-3909>

Перхов Владимир Иванович, д. м. н., доцент, главный научный сотрудник, Центральный научно-исследовательский институт организации и информатизации здравоохранения (Москва, Россия). <https://orcid.org/0000-0002-4134-3371>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Author Credentials

Valery T. Korkhmazov, Cand. Sci. (Med.), Chief Physician, Novorossiysk City Hospital no. 1 (Novorossiysk, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0002-3281-3909>

Vladimir I. Perkhov, Dr. Sci. (Med.), Associate Professor, Chief Research Fellow, Federal Research Institute for Health Organization and Informatics of the Ministry of Health of the Russian Federation (Moscow, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0002-4134-3371>

Conflict of interest: none declared.



Возможности эндоваскулярной хирургии в коррекции стенотических поражений внутренней сонной артерии при сложных анатомических условиях

© А.И. Белый*, Е.С. Суслов, В.В. Ефимов, А.Н. Федорченко

Научно-исследовательский институт – Краевая клиническая больница № 1 им. проф. С.В. Очаповского, Краснодар, Россия

* А.И. Белый, НИИ – ККБ № 1 им. проф. С.В. Очаповского, 350086, Краснодар, ул. 1 Мая, 167, rofedoar@mail.ru

Поступила в редакцию 5 марта 2021 г. Исправлена 15 апреля 2021 г. Принята к печати 11 мая 2021 г.

Резюме

В большинстве случаев пациентам с мультифокальным атеросклеротическим поражением, в том числе брахиоцефальных артерий, отказывают в оперативном лечении ввиду высоких рисков интра- и постоперационных осложнений. Даже несмотря на тяжелое стенотическое поражение каротидных артерий, которое может повлечь за собой столь грозное осложнение, как ишемический инсульт, в большинстве случаев хирурги отказывают в операции. Зачастую единственным выходом для таких пациентов является эндоваскулярная хирургия.

На основе анализа мирового опыта лечения гемодинамически значимых поражений артерий брахиоцефального бассейна и применения на практике различных методов эндоваскулярных вмешательств у пациентов со сложными стенотическими поражениями внутренних сонных артерий мы убедились, что эндоваскулярная коррекция подобных поражений зачастую является основным методом лечения пациентов с мультифокальным атеросклерозом, а также может применяться в качестве первичного метода лечения, так как обладает высокой эффективностью, низкой степенью риска осложнений и хорошими отдаленными результатами.

Ключевые слова: ишемический инсульт, атеросклероз, брахиоцефальные артерии, стентирование, анатомические условия, гемодинамически значимый изгиб

Цитировать: Белый А.И., Суслов Е.С., Ефимов В.В., Федорченко А.Н. Возможности эндоваскулярной хирургии в коррекции стенотических поражений внутренней сонной артерии при сложных анатомических условиях. *Инновационная медицина Кубани*. 2022;(1):53–60. <https://doi.org/10.35401/2500-0268-2022-25-1-53-60>

Scope of endovascular surgery in correction of stenotic lesions of the internal carotid artery in complex anatomic conditions

© Anton I. Belyi*, Evgeny S. Suslov, Vitaliy V. Efimov, Aleksey N. Fedorchenko

Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital no. 1, Krasnodar, Russian Federation

* Anton I. Belyi, Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital no. 1, 1 Maya str., 167, Krasnodar, 350086, rofedoar@mail.ru

Received: March 5, 2021. Received in revised form: April 15, 2021. Accepted: May 11, 2021.

Abstract

In most cases, patients with multifocal atherosclerotic lesions, including brachiocephalic arteries, are denied surgical treatment due to the high risks of intra- and postoperative complications. Despite the severe stenotic lesion of the carotid arteries, which can lead to such a major complication as ischemic stroke, in most cases surgeons refuse to perform the operation. Endovascular surgery is often the only option for these patients. After analyzing the world experience in the treatment of hemodynamically significant lesions of the arteries of the brachiocephalic basin and applying in practice various methods of endovascular interventions in patients with complex stenotic lesions of the internal carotid arteries, we were convinced that endovascular correction of such lesions is often the main method of treatment for patients with multifocal atherosclerosis, and can also be used as a primary method of treatment, as it demonstrates high effectiveness, low risk of complications and good long-term results.

Keywords: ischemic stroke, atherosclerosis, brachiocephalic arteries, stenting, anatomical conditions, hemodynamically significant bend

Cite this article as: Belyi A.I., Suslov E.S., Efimov V.V., Fedorchenko A.N. Scope of endovascular surgery in correction of stenotic lesions of the internal carotid artery in complex anatomic conditions. *Innovative Medicine of Kuban*. 2022;(1):53–60. <https://doi.org/10.35401/2500-0268-2022-25-1-53-60>



Введение

Ишемический инсульт – острое нарушение мозгового кровообращения (ОНМК) с повреждением ткани мозга, нарушением его функций вследствие затруднения или прекращения поступления крови к тому или иному отделу. Ишемический инсульт представляет собой серьезную угрозу для здоровья и является ведущей причиной длительной недееспособности населения в развитых странах [1–4]. Летальность от ишемического инсульта составляет 25–30% [5]. Атеросклероз сосудов дуги аорты является главной причиной протекающих ишемических инсультов, составляя примерно 80% всех ОНМК. Современные методы лечения имеют цель замедлить прогрессирование болезни и защитить пациента от развития инсульта. Примерно 80% всех ишемических инсультов приходится на атеросклеротическое поражение каротидного бассейна и 20% – вертебробазилярного [5].

Цель

Эндоваскулярные вмешательства на брахиоцефальных артериях превратились в распространенный метод лечения, результаты которого эквивалентны или даже превосходят результаты открытых хирургических вмешательств [6]. Внедрение стентов еще более расширило показания для эндоваскулярных вмешательств.

Наибольший интерес и сложность представляют пациенты с атеросклеротическим поражением брахиоцефальных артерий в сочетании с анатомическими изменениями самой артерии. Ввиду неординарности характера поражения, мультифокальности и топологии сосудистым хирургам зачастую не удается выполнить открытую операцию, и тогда единственным методом лечения остается эндоваскулярная хирургия.

В данной статье представляем вашему вниманию методы эндоваскулярной коррекции сложных сочетанных поражений внутренних сонных артерий.

Как отмечалось ранее, порядка 80% всех ишемических инсультов приходится на каротидный бассейн. Оклюзионные поражения сонных артерий, которые не были подвергнуты хирургическому лечению, дают от 5 до 12% новых инсультов [7–10]. Сегодня стентирование экстракраниального отдела внутренней сонной артерии является альтернативой каротидной эндартерэктомии в профилактике ишемических инсультов [11]. Несмотря на то что до настоящего времени не проводилось рандомизированных исследований, сравнивающих результаты стентирования ВСА с применением и без применения систем защиты головного мозга от эмболии, необходимость их использования с целью профилактики интраоперационного инсульта не вызывает сомнений [12].

Однако стоит учитывать мировой опыт и наблюдения течения атеросклеротических заболеваний

внутренних сонных артерий и избегать рутинного лечения асимптомных стенозов. Подход к тактике ведения пациента со стенотическим поражением внутренних сонных артерий должен осуществляться комплексно и в составе мультидисциплинарной бригады. Опираясь на различные исследования и наблюдения, группа авторов в 2017 г. выпустила рекомендации по тактике хирургической и эндоваскулярной коррекции стенотических поражений внутренних сонных артерий. Указанная инструкция приведена в таблице (рис. 1). Настоятельно рекомендуем учитывать данные наблюдения при выборе тактики лечения данной когорты пациентов.

Материал и методы

В данной статье представлены три клинических примера, демонстрирующих возможности расширения границ практики эндоваскулярного хирурга в лечении стенотических поражений внутренних сонных артерий. Зачастую атеросклеротическая бляшка, суживающая просвет сосуда, не является изолированным поражением. В сочетании со стенозом встречаются анатомические изменения хода сосуда, приводящие к гемодинамическим нарушениям в ипсилатеральном бассейне. «Золотым стандартом» в коррекции подобных заболеваний остается открытая хирургия. Но в некоторых случаях операция может быть сопряжена с крайне высокими рисками интра- и постоперационных осложнений.

Клинический случай № 1

Пациент А., 69 лет, обратился в поликлинику с жалобами на головную боль, снижение памяти, головокружение, шум в голове. Также периодически отмечал слабость в правых конечностях.

При обследовании на догоспитальном этапе были выявлены гемодинамически значимые стенозы брахиоцефальных артерий, последствия ОНМК в КБ справа (по анамнезу 2011 г.), дистальный легкий парез правой стопы, нарушение функции передвижения.

Основное заболевание: атеросклероз. Стеноз левой внутренней сонной артерии 80%, окклюзия правой внутренней сонной артерии СМН IV ст. Состояние после повторных НМК в ЛКБ по анамнезу в 09–10.2019 г.

Ввиду окклюзии с контралатеральной стороны и нетолерантности к пробе с пережатием левой сонной артерии пациент был отнесен к группе крайне высокого риска и представлен на рассмотрение возможности коррекции стеноза левой внутренней сонной артерии эндоваскулярными методами (рис. 2). На ангиографии левого каротидного бассейна в прецеребральном отделе был выявлен стеноз левой внутренней сонной артерии 80% с образованием перегиба под острым углом в области сужения (рис. 3)

Рекомендации	Класс рекомендаций	Уровень доказательности
Показания к реваскуляризации сонных артерий рекомендовано определять индивидуально после обсуждения мультидисциплинарной бригады	I	C
Пациенты с недавним инсультом/ТИА (< 6 месяцев)		
Реваскуляризация сонных артерий должна быть рассмотрена у пациентов со стенозами 50–99%	IIa	B
Реваскуляризация сонных артерий не показана пациентам со стенозами < 50%	III	C
Неврологические пациенты с бессимптомными стенозами		
Не рекомендована рутинная профилактическая реваскуляризация сонных артерий со стенозами 70–99%	III	B
Реваскуляризация сонных артерий может быть рассмотрена у пациентов с двусторонним стенозом 70–99% или со стенозом 70–99% в сочетании с окклюзией контралатеральной артерии	IIb	B

Рисунок 1. Европейские рекомендации по реваскуляризации каротидного бассейна
Figure 1. European guidelines for carotid revascularization



Рисунок 2. Окклюзия правой ВСА
Figure 2. Right ICA occlusion

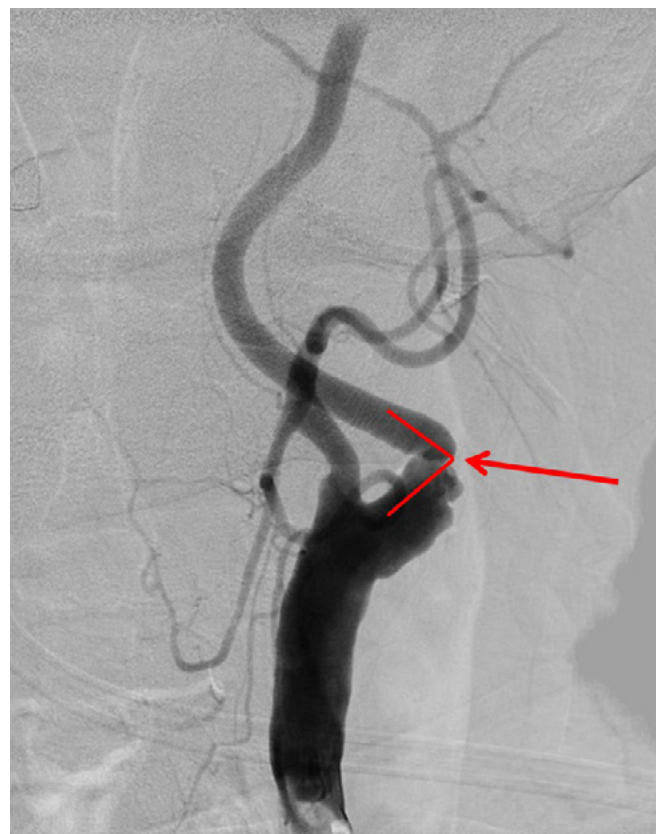


Рисунок 3. Перегиб левой ВСА под острым углом в зоне стеноза
Figure 3. Bend of the left ICA at an acute angle in the stenosis area

и заполнением обоих церебральных бассейнов переднего круга кровообращения через переднюю соединительную артерию «слева направо» (рис. 4).

Также у данного пациента выявлена анатомическая особенность в виде отхождения левой общей сонной артерии от проксимального отдела брахиоцефального ствола, что существенно затрудняло селективную катетеризацию левых отделов, используя феморальный доступ (рис. 5).

Было принято решение о выполнении стентирования левой внутренней сонной артерии, используя правый радиальный доступ, с использованием дистальной протекции головного мозга от дистальной эмболии. После селективной катетеризации левой общей сонной артерии и установки «ловушки» выполнена имплантация стента “Carotid Wallstent” 7,0×40 с «закрытой» ячейкой.

На контрольной ангиографии определяется проходимость стента и стентированного участка артерии с позитивным изменением анатомии левой ВСА (рис. 6).

Пациент был выписан на 4-е сутки в удовлетворительном состоянии.

Клинический случай № 2

Пациент К., 60 лет, обратился с жалобами на головную боль, шум в голове. КТ: очаговых изменений не выявлено. Из анамнеза: отмечает эпизод кратковременных нарушений речи и появление слабости в правой верхней конечности около месяца до госпитализации, купировавшиеся самостоятельно.

Основное заболевание: атеросклероз. Окклюзия внутренней сонной артерии справа. Стеноз внутренней сонной артерии слева 85%.

Так же как и предыдущий, данный пациент был отнесен к группе высокого риска ввиду окклюзии контрлатеральной ВСА и нетолерантности к пробе с пережатием.

Ангиографически был выявлен стеноз 85% в проксимальном отделе левой внутренней сонной артерии с образованием практически прямого угла по отношению к устью внутренней сонной артерии и ходу общей сонной артерии (рис. 7). После заведения устройства протекции дистальной эмболии в дистальный отдел ВСА было выявлено изменение хода внутренней сонной артерии на доставляющем устройстве фильтра. Кроме того, была отмечена выраженная перекалибровка просвета внутренней сонной артерии по отношению к ее приустьевому отделу (рис. 8). Учитывая данные условия, было принято решение об имплантации стента “Carotid Wallstent” 7,0×50 в средний отдел левой ВСА с переходом в ее проксимальный отдел и имплантации второго стента “Carotid Wallstent” 8,0×40 в приустьевой отдел левой ВСА с переходом в дистальный отдел левой ОСА «внахлест» с ранее имплантированным стентом 7,0×40 (рис. 9).



Рисунок 4. Компенсация церебрального кровотока через пораженную левую ВСА

Figure 4. Compensation of cerebral blood flow through the affected left ICA



Рисунок 5. Отхождение левой ВСА от брахиоцефального ствола

Figure 5. Detachment of the left ICA from the brachiocephalic trunk

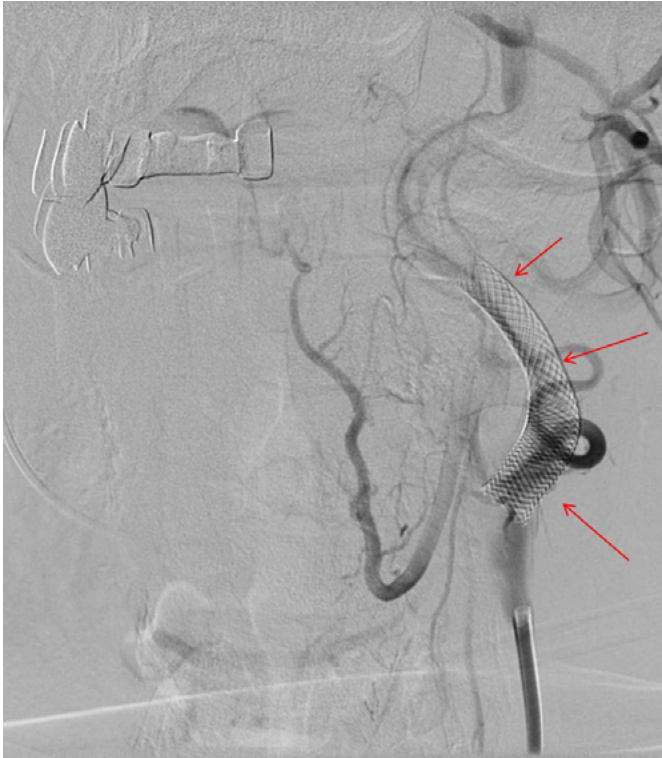


Рисунок 6. Конечный результат с позитивным изменением анатомии

Figure 6. Final result with the positive anatomy change



Рисунок 7. Практически прямой угол между устьем и стволом ВСА в области стеноза

Figure 7. Almost right angle between the orifice and the trunk of the ICA in the stenosis area

На контрольной ангиографии определялась проходимость стентированного сегмента и позитивное изменение анатомии левой ВСА с улучшением гемодинамических показателей и компенсацией кровотока в правом каротидном бассейне посредством передней соединительной артерии.

Пациент был выписан на 5-е сутки в удовлетворительном состоянии.

Клинический случай № 3

Пациент Ш., 73 года, поступил в приемное отделение в экстренном порядке с клиникой ОНМК в левом каротидном бассейне (нарушение речи, слабость в правых конечностях). Однако спустя 30 мин все симптомы купировались самостоятельно.

Основное заболевание: атеросклероз. Оклюзия правой внутренней сонной артерии, гемодинамически значимый стеноз левой внутренней сонной артерии. ХСМН III ст.

Сопутствующие заболевания: ИБС. Стенокардия напряжения II ФК (эквивалент – одышка). Перенесенный инфаркт миокарда (1996 г.). Гипертоническая болезнь III стадии, риск 4. ХСН I стадии, ФК II по NYHA. С-г левого легкого (анамнестически), состояние после пневмонэктомии в 2001 г.

На ангиографии были выявлены окклюзия правой внутренней сонной артерии, стеноз 80% левой внутренней сонной артерии в приустьевом отделе и выраженный перегиб левой общей сонной артерии в дистальном отделе (рис. 10).

Учитывая острую неврологическую клинику, окклюзию контрлатерального бассейна, а также сопутствующую кардиальную патологию, пациенту проведено эндоваскулярное лечение.

С большими техническими сложностями была доставлена и временно имплантирована система защиты головного мозга от дистальной эмболии в дистальный отдел левой ВСА. Выполнена имплантация стента “Carotid Wallstent” 7,0×30 в стенозированный сегмент левой внутренней сонной артерии «под устье» (рис. 11). Учитывая выраженную ригидность участка кинкинга левой ОСА, какие-либо меры по его изменению приняты не были. Однако, даже учитывая наличие гемодинамически значимого перегиба левой ОСА, после стентирования на протяжении всей госпитализации новых эпизодов НМК у пациента не отмечалось. Пациент был выписан на 14-е сутки в удовлетворительном состоянии.

Обсуждение

При изучении различных отечественных публикаций ни в одной из них не было найдено упоминания о возможностях эндоваскулярной хирургии в коррекции перегибов внутренних сонных артерий. Кроме того, нигде не рассматривалась эндоваскулярная



Рисунок 8. Изменение хода внутренней сонной артерии на доставляющем устройстве фильтра. Перекалибровка диаметров приустьевого и проксимального-среднего отделов левой ВСА

Figure 8. Changing of the course of the internal carotid artery at the filter delivery device. Recalibration of the anterior and proximal-middle sections diameter of the left ICA



Рисунок 9. Имплантация двух саморасширяющихся стентов с «закрытой» ячейкой «внахлест»

Figure 9. Implantation of two self-expanding closed-cell stents with an overlap

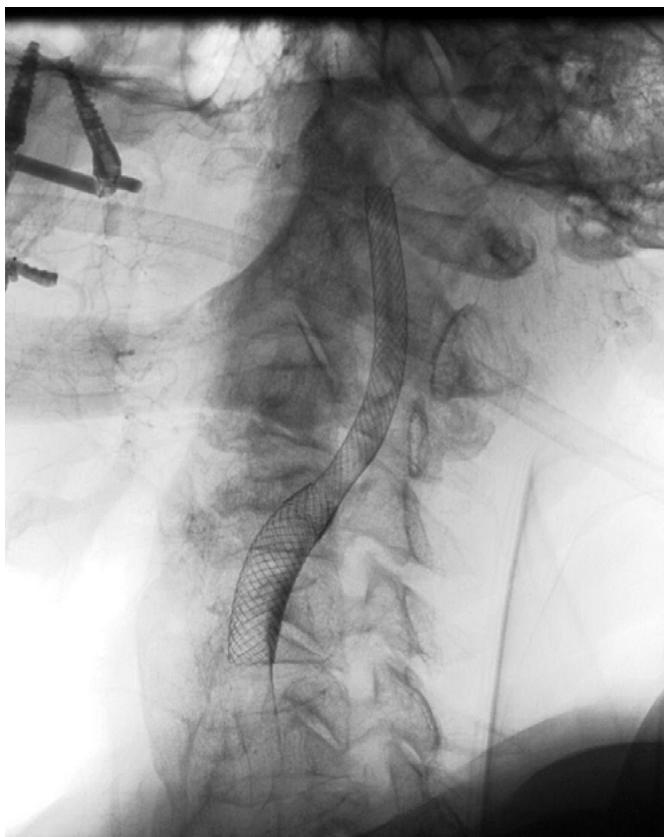


Рисунок 10. Устьевой стеноз левой ВСА. Выраженный перегиб в дистальном отделе левой ОСА

Figure 10. Orifice stenosis of the left ICA. Pronounced bend in the distal segment of the left CCA



Рисунок 11. Имплантация саморасширяющегося каротидного стента, пройдя за изгиб ОСА

Figure 11. Implantation of the self-expanding carotid stent past the bend of the CCA

коррекция анатомических изменений как первичный метод лечения.

Однако при изучении иностранных источников была найдена статья «Endovascular reconstruction for a kinked internal carotid artery after carotid endarterectomy», в которой был приведен клинический случай исправления перегиба внутренней сонной артерии после приведенной каротидной эндартерэктомии [13]. В представленной ситуации перегиб был исправлен стентом с открытой ячейкой, и каротидное стентирование рассматривалось как вторичный метод лечения анатомически измененной артерии.

Нами же рассматривались все процедуры исключительно как первичный метод коррекции. Во всех случаях проводилась этапная ангиография после введения устройства дистальной противоэмболической защиты через извитый участок пораженной артерии и во время позиционирования доставляющего устройства стента. Таким образом подбиралось оптимальное положение стента относительно извитости и в соответствии с изменением анатомического хода артерии, после чего выполнялась имплантация каротидного стента.

Важно отметить, у всех пациентов была использована дистальная протекция головного мозга от эмболии и стенты с «закрытым» типом ячейки.

Выбор именно такого дизайна стента был продиктован жесткостью его конструкции, которая, по нашему убеждению, наиболее благоприятна для положительного результата в условиях кинкинга.

У всех пациентов наблюдалась положительная динамика после выполненных операций с отсутствием интра- и постоперационных осложнений.

Выводы

Из всего вышеописанного можно сделать вывод, что эндоваскулярные вмешательства являются малотравматичным и высокоэффективным методом лечения при патологии брахиоцефальных артерий. Учитывая полученный опыт, можно утверждать, что анатомические изменения сосуда в ряде случаев не могут являться препятствием для внутрисосудистой интервенции на пораженном бассейне и, в свою очередь, выступают как метод коррекции гемодинамически значимых изгибов, заменяя собой «открытый» метод редрессации сосуда. Также нельзя упускать из внимания тот факт, что эндоваскулярные интервенции на артериях брахиоцефального бассейна должны выполняться в условиях специализированной клиники с высокой операционной активностью и исключительно квалифицированными специалистами.

Литература/References

1. Thom T, Haase N, Rosamond W, et al. American Heart Association Statistics Committee and Stroke Statistics Subcommittee. Heart disease and stroke statistics—2006 update: a report from the American Heart Association Statistics Committee and Stroke Statistics Subcommittee. *Circulation*. 2006;113(6):e85–151. PMID: 16407573. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.105.171600>
2. Kleindorfer D, Panagos P, Pancioli A, et al. Incidence and short-term prognosis of transient ischemic attack in a population-based study. *Stroke*. 2005;36(4):720–723. PMID: 15731465. <http://doi.org/10.1161/01.STR.0000158917.59233.b7>
3. White H, Boden-Albala B, Wang C, et al. Ischemic stroke subtype incidence among whites, blacks, and Hispanics; the Northern Manhattan Study. *Circulation*. 2005;111(10):1327–1331. PMID: 15769776. <http://doi.org/10.1161/01.CIR.0000157736.19739.D0>
4. Bonita R, Stewart A, Beaglehole R. International trends in stroke mortality: 1970–1985. *Stroke*. 1990;21(7):989–992. PMID: 2368114. <http://doi.org/10.1161/01.str.21.7.989>
5. Mohr JP, Caplan LR, Melski JW, et al. The Harvard Cooperative Stroke Registry: a prospective registry. *Neurology*. 1978;28(8):754–762. PMID: 567291. <https://doi.org/10.1212/WNL.28.8.754>
6. Бокерия Л.А., Алекян Б.Г. Рентгенэндоваскулярная хирургия заболеваний магистральных сосудов. М.: 2008;1.
7. Bogousslavsky J, Van MG, Regli F. The Lausanne Stroke Registry: analysis of 1000 consecutive patients with first stroke. *Stroke*. 1988;19(9):1083–1092. PMID: 3413804. <http://doi.org/10.1161/01.str.19.9.1083>
8. Foulkes MA, Wolf PA, Price TR, et al. The Stroke Data Bank: design, methods, and baseline characteristics. *Stroke*. 1988;19(5):547–554. PMID: 3363586. <http://doi.org/10.1161/01.str.19.5.547>
9. Inzitari D, Eliasziw M, Gates P, et al. The causes and risk of stroke in patients with asymptomatic internal-carotid-artery stenosis. North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial Collaborators. *N Engl J Med*. 2000;342(23):1693–1700. PMID: 10841871. <http://doi.org/10.1056/NEJM200006083422302>
10. Timsit SG, Sacco RL, Mohr JP, et al. Early clinical differentiation of cerebral infarction from severe atherosclerotic stenosis and cardioembolism. *Stroke*. 1992;23(4):486–491. PMID: 1561677. <http://doi.org/10.1161/01.str.23.4.486>
11. Brott TG, Halperin JL, Abbara S, et al. 2011 ASA/ACCF/AHA/AANN/AANS/ACR/ASNR/CNS/SAIP/SCAI/SIR/SNIS/SVM/SVS Guideline on the management of patients with extracranial carotid and vertebral artery disease: executive summary. *Stroke*. 2011;42(8):e464–540. PMID: 21282493. <http://doi.org/10.1161/STR.0b013e3182112cc2>
12. Bates ER, Babb JD, Casey DE, et al. ACCF/SCAI/SVMB/SIR/ASITN 2007 clinical expert consensus document on carotid stenting: a report of the American College of Cardiology Foundation Task Force on Clinical Expert Consensus Documents. *J Am Coll Cardiol*. 2007;49(1):126–170. PMID: 17207736. <http://doi.org/10.1016/j.jacc.2006.10.021>
13. Horio Y, Takemoto K, Sakamoto S, et al. Endovascular reconstruction for a kinked internal carotid artery after carotid endarterectomy. *Surg Neurol Int*. 2018;13(9):135. PMID: 30090667. http://doi.org/10.4103/sni.sni_431_17

Сведения об авторах

Белый Антон Игоревич, врач-специалист по рентгенэндоваскулярной диагностике и лечению отделения рентгенохирургических методов диагностики и лечения, НИИ – ККБ № 1 им. проф. С.В. Очаповского (Краснодар, Россия). <https://orcid.org/0000-0002-3385-9247>

Суслов Евгений Сергеевич, врач-специалист по рентгенэндоваскулярной диагностике и лечению отделения рентгенохирургических методов диагностики и лечения, НИИ – ККБ № 1 им. проф. С.В. Очаповского (Краснодар, Россия). <https://orcid.org/0000-0002-5662-1864>

Ефимов Виталий Владимирович, врач-специалист по рентгенэндоваскулярной диагностике и лечению отделения рентгенохирургических методов диагностики и лечения, НИИ – ККБ № 1 им. проф. С.В. Очаповского (Краснодар, Россия). <https://orcid.org/0000-0002-4392-7848>

Федорченко Алексей Николаевич, д. м. н., заведующий отделением рентгенохирургических методов диагностики и лечения, НИИ – ККБ № 1 им. проф. С.В. Очаповского (Краснодар, Россия). <https://orcid.org/0000-0001-5589-2040>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Author credentials

Anton I. Belyi, Surgeon, X-ray Endovascular Diagnostics and Treatment Department, Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital no. 1 (Krasnodar, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0002-3385-9247>

Evgeny S. Suslov, Surgeon, X-ray Endovascular Diagnostics and Treatment Department, Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital no. 1 (Krasnodar, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0002-5662-1864>

Vitaliy V. Efimov, Surgeon, X-ray Endovascular Diagnostics and Treatment Department, Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital no. 1 (Krasnodar, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0002-4392-7848>

Aleksey N. Fedorchenko, Dr. Sci. (Med.), Head of the X-ray Endovascular Diagnostics and Treatment Department, Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital no. 1, (Krasnodar, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0001-5589-2040>

Conflict of interest: none declared.



Роль магнитно-резонансной ангиографии в оценке результатов лечения аневризм головного мозга и последующем наблюдении за пациентами

© Д.О. Кардаильская^{1*}, Е.И. Зяблова^{1,2}, В.А. Порханов^{1,2}, И.Н. Пронин³, Н.Е. Захарова³

¹ Научно-исследовательский институт – Краевая клиническая больница № 1 им. проф. С.В. Очаповского, Краснодар, Россия

² Кубанский государственный медицинский университет, Краснодар, Россия

³ Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии им. академика Н.Н. Бурденко, Москва, Россия

* Д.О. Кардаильская, НИИ – ККБ № 1 им. проф. С.В. Очаповского, 350086, Краснодар, ул. 1 Мая, 167, k.daria2702@gmail.com

Поступила в редакцию 24 декабря 2021 г. Исправлена 8 февраля 2022 г. Принята к печати 17 февраля 2022 г.

Резюме

В литературном обзоре представлена актуальная информация о возможностях и новых методах проведения магнитно-резонансной ангиографии у пациентов с аневризмами головного мозга после хирургического лечения. Проанализированы опубликованные статьи по данной теме с использованием базы данных PubMed, а также рассмотрены наиболее важные пути усовершенствования протоколов магнитно-резонансной ангиографии для визуализации и послеоперационного контроля пролеченных аневризм.

Ключевые слова: магнитно-резонансная томография, МР-ангиография, цифровая субтракционная ангиография, аневризма, головной мозг, клипирование, эндоваскулярная эмболизация

Цитировать: Кардаильская Д.О., Зяблова Е.И., В.А. Порханов, Пронин И.Н., Захарова Н.Е. Роль магнитно-резонансной ангиографии в оценке результатов лечения аневризм головного мозга и последующем наблюдении за пациентами. *Инновационная медицина Кубани*. 2022;(1):61–68. <https://doi.org/10.35401/2500-0268-2022-25-1-61-68>

The role of magnetic resonance angiography in the intracranial aneurysm treatment assessment and the follow-up of the patients

© Darya O. Kardailskaya^{1*}, Elena I. Zyablova^{1,2}, Vladimir A. Porhanov^{1,2}, Igor N. Pronin³, Natalya E. Zakharova³

¹ Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital no. 1, Krasnodar, Russian Federation

² Kuban State Medical University, Krasnodar, Russian Federation

³ Burdenko National Medical Research Center for Neurosurgery, Moscow, Russian Federation

* Darya O. Kardailskaya, Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital no. 1, 1 Maya str., 167, Krasnodar, 350086, k.daria2702@gmail.com

Received: December 24, 2021. Received in revised form: February 8, 2022. Accepted: February 17, 2022.

Abstract

The presented literature review shows up-to-date information about the possibilities and new methods of magnetic resonance angiography in patients with cerebral aneurysms who have undergone surgical treatment. The articles for analyses have been taken from the PubMed database. The most important aspects of the implementation and the possibilities of improving magnetic resonance angiography protocols for visualization and postoperative control of treated cerebral aneurysm have been considered.

Keywords: magnetic resonance tomography, MR cerebral angiography, digital subtraction angiography, aneurysm, brain, clipping, endovascular embolization

Cite this article as: Kardailskaya D.O., Zyablova E.I., Porhanov V.A., Pronin I.N., Zakharova N.E. The role of magnetic resonance angiography in the intracranial aneurysm treatment assessment and the follow-up of the patients. *Innovative Medicine of Kuban*. 2022;(1):61–68. <https://doi.org/10.35401/2500-0268-2022-25-1-61-68>



В настоящее время магнитно-резонансная ангиография (МРА) все более востребована в качестве эффективного метода наблюдения за пациентами с клипированными или эмболизированными аневризмами. МРА по сравнению с компьютерно-томографической ангиографией (КТА) и инвазивной церебральной субтракционной ангиографией (ЦСА) имеет свои преимущества: отсутствие радиационного излучения, малоинвазивность, ограниченное количество проводимых процедур. Однако этот метод также обладает и недостатками, к примеру невозможностью длительного нахождения определенной категории пациентов в закрытом пространстве по причине клаустрофобии. Кроме того, наличие инородных металлических предметов в теле обследуемого будет являться противопоказанием к проведению обследования.

Необходимо отметить, что использование МРА также эффективно для диагностики на первичном этапе аневризм головного мозга (АГМ). В соответствующих клинических условиях важно найти скрининговое исследование, которое поможет выявить АГМ. Комбинация МРТ и МРА позволяет обнаружить аневризму в 60–85% случаев. Этот скрининговый метод добавляет несколько минут сканирования к среднему МРТ-исследованию, однако является надежным неинвазивным методом выявления АГМ [1]. Для обнаружения аневризмы при остром нетравматическом субарахноидальном кровоизлиянии (САК) диагностическая ценность МРА не так высока, т.к. ее применение в острой фазе кровотечения ограничено (рис. 1) [2].

При разрыве АГМ во избежание повторного кровотечения лечение необходимо проводить в кратчайшие

сроки. Эндоваскулярная хирургия рассматривается как метод первой линии. Хирургическое клипирование также используется в лечении данной патологии. Показания к лечению неразорвавшейся АГМ должны обсуждаться в зависимости от различных факторов, включая возраст пациента, размер и расположение аневризмы и др. Далее необходимо проведение контрольных обследований, таких как КТА, МРА и цифровой субтракционной ангиографии [3].

В последнее время с развитием новых технологий МРА в определении степени окклюзии аневризмы и визуализации прилежащих сосудов становится все более диагностически ценным и эффективным методом контроля за эмболизированными и клипированными АГМ. В отечественной литературе содержится недостаточно точной информации о качественном подходе и эффективности использования метода МРА в послеоперационном периоде, однако в зарубежных исследованиях авторы делали попытки улучшить возможности метода еще в конце XX века. Так, в 1998 г. F. Gönner и соавт. провели исследование с использованием метода 3D TOF-MRA с ультракоротким временем эхосигнала для изучения характеристик эмболизированных АГМ, а также возможности их реперфузии и отношения к прилежащим сосудам. Оно выполнялось с применением цифровой субтракционной ангиографии, традиционной 3D TOF-MRA и ультракороткого TE (время эха) 3D TOF-MRA у 14 пациентов с 15-ю эмболизированными АГМ. В 5 случаях (33%) из 15 определялось неполное выключение АГМ, что выявлялось как при традиционной МРА, так и при МРА с ультракоротким TE. Результаты были сопоставимы с цифровой

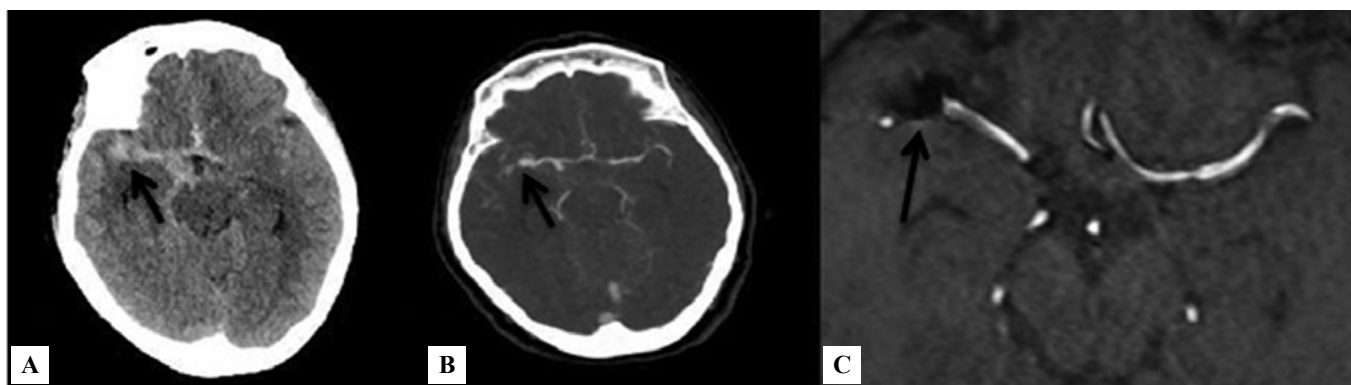


Рисунок 1. Пациент, 64 г., поступил экстренно в приемный покой НИИ – Краевой клинической больницы № 1 г. Краснодара с диагнозом: Нетравматическое САК. На КТ без контрастирования (А) определяется кровь в Сильвиевой щели, межполушарно и в базальных цистернах. На КТАГ брахиоцефальных артерий (В) обнаружен источник кровотечения – разорвавшаяся аневризма правой СМА. Состояние после клипирования разорвавшейся аневризмы правой СМА спустя 6 мес. При проведении МРА в режиме 3D TOF (С) в проекции дистальных ветвей правой СМА определяются очаги выпадения МР-сигнала за счет клипсы

Figure 1. A 64-year-old patient was admitted urgently to the emergency department of Scientific Research Institute – Regional Clinical Hospital no. 1, Krasnodar, with a diagnosis of non-traumatic SAH. Non-contrast CT (A) shows bleeding within the Sylvian fissure, interhemispheric fissure and in the basal cisterns. On CTA of brachiocephalic arteries (B), a source of bleeding was found – a ruptured aneurysm of the right MCA. 6 months after clipping of a ruptured aneurysm of the right MCA (C). By performing 3D TOF MRA (C) in the area of the distal branches of the right MCA, focus of loss of the MR signal due to clips was determined

субтракционной ангиографией. Однако прилежащие сосуды лучше визуализировались при МРА с ультракоротким TE (36%), что, по мнению авторов, связано с уменьшением артефактов восприимчивости [4].

В этом же году I. M. Burtcher и соавт. выполнили собственное МР-исследование с целью сравнения титановых зажимов с клипсами из нержавеющей стали для клипирования АГМ. Они стремились определить, возможно ли снижение артефактов от клипс путем изменения параметров МР-изображений в наиболее часто используемых импульсных последовательностях. Так, артефакты от трех металлических клипс сравнивали в трех импульсных последовательностях. Использовали следующие клипсы: титановый Yasargil FT 752 T, стандартный Yasargil FE 752 K и, для сравнения, ферромагнитный клипс Scoville En-58J. Сканирование проводили в трех последовательностях: спин-эхо (SE), градиент-эхо (GE) и быстрое спиновое эхо (FSE). Были оценены три параметра изображения в отношении их влияния на объем артефактов: пропускная способность, TE и ETL (echo train length). Титановые клипсы давали меньше артефактов, чем клипсы из нержавеющей стали. Единственным параметром, который в определенной мере влиял на объем артефактов, была пропускная способность в последовательности спин-эхо, но не градиентное эхо. Последовательность GE вызывала появление более крупных артефактов, чем последовательность SE, и демонстрировала обширные артефакты с более длинным TE [5].

В 2002 г. X. Leclerc и соавт. изучили значение МРА с контрастным усилением (КУ) при аневризмах передней соединительной артерии (ПСоА), эмболизированными с применением спиралей Guglielmi. В этом проспективном исследовании 20 пациентов обследованы с помощью ЦСА, TOF-MRA и МРА с КУ через 12 мес. после лечения. Аневризмы классифицировались в соответствии с наличием остаточной шейки: полная окклюзия, небольшая остаточная шейка, большая или не поддающаяся оценке остаточная шейка. Метод цифровой субтракционной ангиографии использовался в качестве референсного. Результаты показали, что среди 5 случаев с остаточной шейкой, видимых при цифровой субтракционной ангиографии, 3D TOF-MRA смогла их выявить только у трех пациентов. 2 незначительные остаточные шейки не были обнаружены при TOF-MRA, при этом все остаточные шейки, выявленные при цифровой субтракционной ангиографии, были диагностированы при МРА с КУ. Однако один случай полной окклюзии АГМ, обнаруженный на цифровой субтракционной ангиографии, ошибочно классифицирован как небольшая остаточная шейка при МРА с КУ. Таким образом, чувствительность и специфичность методов составила: для 3D TOF-MRA – 60 и 100%, для МРА с КУ – 100 и 93% соответственно [6].

N. Yamada и соавт. для улучшения эффективности визуализации остаточного кровотока после

эмболизации АГМ спиралью разработали свою методику TOF-MRA. Исследования проводили на 1.5 T томографе с использованием очень короткого TE (1,54–1,60 мс) и высокого пространственного разрешения ($0,3 \times 0,3 \times 0,3$ мм³). Для уменьшения расфокусировки вращения, а также сатурации спина объем изображения был расположен таким образом, чтобы шейка исследуемой аневризмы находилась в пределах 2 см от участка притока крови в сканирующем объеме. Исследования МРА проводили у 39 пациентов, сравнивая их с цифровой субтракционной ангиографией. В результате при МРА определялись все материнские артерии, что подтвердилось при ЦСА. Остаточный кровоток на МРА визуализировался чаще (38 исследований), чем при ЦСА (25 исследований). Пространство остаточного потока, определяемое с помощью МРА, всегда было больше, чем с помощью цифровой субтракционной ангиографии [7].

N. Anzalone и соавт. также сравнивали диагностическую эффективность 3D TOF-MRA и МРА с КУ на 3.0 T аппарате при исследованиях АГМ, эмболизированных спиралью [8]. Они были выполнены 52 пациентам с 54 АГМ эндоваскулярной установкой спиралей Guglielmi. 3D TOF-MRA (TR/TE = 23/3,5; фактор SENSE = 2,5) и МРА с КУ с использованием трехмерной сверхбыстрой последовательности градиентного эхо (TR/TE = 5,9/1,8; фактор SENSE = 3) с добавлением 0,1 ммоль/кг гадолената димеглумина за один сеанс исследования. При анализе данных визуализация остаточной части АГМ была значительно лучше при МРА с КУ по сравнению с 3D TOF-MRA для 10 (31,3%) из 32 АГМ, которые считались достаточно проходимыми на обеих последовательностях. Артефакты от спирали определялись в 5 случаях на TOF-MRA, но ни в одном случае на МРА с КУ. Исходя из этого отмечается, что при послеоперационном контроле как бесконтрастная TOF-MRA, так и МРА с КУ на 3.0 T аппарате одинаково эффективны для классификации эмболизированных аневризм как окклюзированных, так и достаточно проходимых. Однако МРА с КУ превосходит TOF-MRA для визуализации остаточной проходимости и сочетается с меньшим количеством артефактов [8].

Как известно, пациенты с АГМ после лечения могут быть подвержены риску развития новых аневризм. Частота образования АГМ *de novo* у 65 пациентов через 5 лет после эмболизации спиралью проанализирована M. E. Sprengers и соавт. с использованием 3.0 T МРА высокого разрешения. Данные МР-изображения сравнивались с МРА и КТА в раннем послеоперационном периоде (рис. 2). АГМ, обнаруженные при проведенной ангиографии, классифицировались как неизмененные, возникшие АГМ *de novo*, и не сопоставимые с предыдущими. Таким образом, у 13 пациентов (20%) были обнаружены 24 дополнительные АГМ, 4 из них были не сопоставлены

с предыдущими изображениями, 2 – клипированы. Из оставшихся 20 АГМ одна определялась как аневризма *de novo*, одна – незначительно увеличилась в размерах и 18 остались без изменений. Частота образования аневризмы *de novo* через 5 лет составила 1,54%. Для дополнительных АГМ, известных непосредственно на момент первичной эмболизации спиралями, и для одной аневризмы *de novo*, выявленной на МРА, лечение не было показано. Таким образом, скрининг МРА через 5 лет после проведенной эмболизации АГМ для выявления аневризм *de novo* и роста дополнительных аневризм имеет низкую

эффективность с точки зрения обнаружения АГМ, нуждающихся в лечении [9].

Хотя ЦСА по-прежнему считается «золотым» стандартом для определения остаточного кровотока N.A. Bakker и соавт. попытались доказать, может ли МРА заменить ЦСА и стать основным методом контроля эмболизированных и клипированных АГМ. Проспективно были изучены 190 пациентов с эмболизированными АГМ (в исследование были включены больные как с первично разорвавшимися, так и с неразорвавшимися АГМ). Протокол визуализации включал 1.5 T 3D TOF-MRA и цифровую

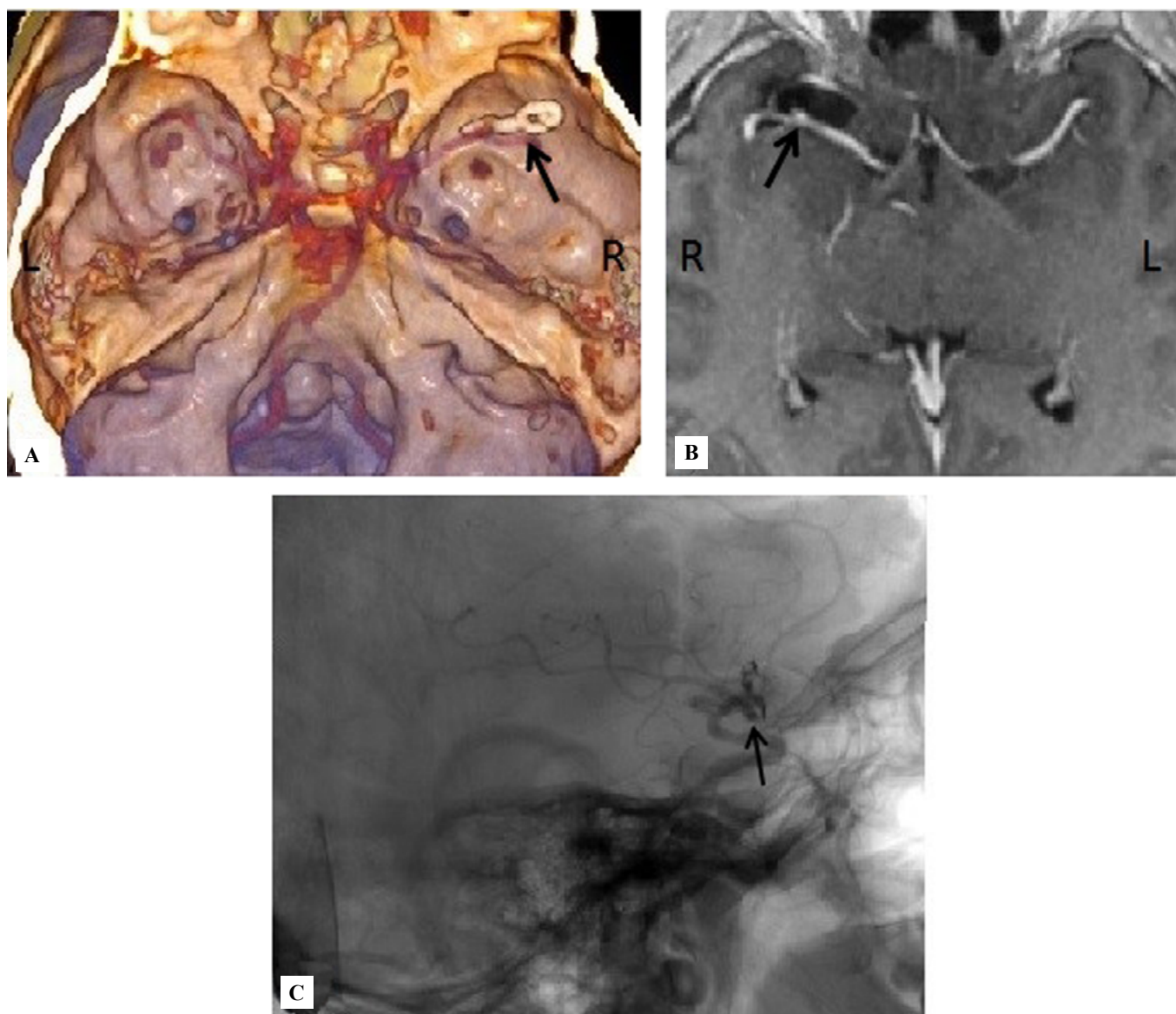


Рисунок 2. Пациент после клипирования разорвавшейся аневризмы развилки правой СМА с использованием амагнитного клипса FT770T «Aesculap» в условиях нейрохирургического стационара в НИИ – Краевой клинической больницы № 1 г. Краснодара. Для сравнения приведены сканы 3D реконструкции КТА (А), МР-исследование с КУ в режиме SPGR (В), и ЦСА (С). Необходимо отметить, что при использовании МРА с КУ в режиме SPGR визуализируется «материнская» артерия на всем протяжении

Figure 2. Patient after clipping of a ruptured aneurysm of the right MCA using the amagnetic clips FT770T “Aesculap” in a neurosurgical department of Scientific Research Institute – Regional Clinical Hospital no. 1, Krasnodar. For comparison, the scans of 3D reconstruction of CTA (A), CE-MR with SPGR (B), and DSA (C) are shown. It should be noted that when using CE-MRA with SPGR, the artery is visualized through its entire length

субтракционную ангиографию через 3 мес. и через 1 год после лечения. Результаты были следующими: 141 из 190 пациентов выполнены как МРА, так и цифровая субтракционная ангиография через 3 мес. после лечения. У 2 из 141 обследуемых (1,4%) небольшая остаточная шейка показала ложноотрицательные результаты при МРА. У одного пациента (0,7%) было проведено дополнительное клипирование АГМ. У 25 из 141 обследуемых дальнейшее наблюдение (> 3 мес.) в результате различных причин состояло только из цифровой субтракционной ангиографии. У 24/25 из этих пациентов одни только первичные МР-ангиограммы неизменно приводили к дополнительному проведению цифровой субтракционной ангиографии. Исходя из данных проведенного исследования можно отметить, что 1.5 T TOF-MRA – это возможный метод первичного наблюдения пациентов после эмболизации АГМ. Учитывая все итоговые показатели, авторы предлагают осуществление МРА-контроля через 3 мес. после лечения АГМ и только в том случае, когда проведенная МРА не дает результатов (например, из-за артефактов катушки или в случае подозрения на реканализацию). В связи с этим следует выполнить ЦСА дополнительно [10].

Z. Serafin и соавт. провели анализ литературы на тему диагностической ценности ангиографических методов и уточнения оптимальных сроков для последующего наблюдения за пациентами после эндоваскулярного лечения церебральных аневризм. С использованием баз данных MEDLINE, PubMed, Embase и Cochrane Collaboration были изучены статьи в период с января 1991 по март 2011 г., в которых проводилось сравнение эффективности выполнения цифровой субтракционной ангиографии и МРА в рамках послеоперационного контроля. Систематический обзор выявил 35 соответствующих исследований: 3 – по диагностической ценности трехмерной (3D) ЦСА, 30 – по эффективности МРА и 3 – по указанию сроков для последующего наблюдения. Обзор показал, что 3D ЦСА имеет чувствительность 100% и специфичность 58,3–94,7%, тогда как МРА – чувствительность 28,4–100,0% и специфичность – 50,0–100,0%. Доля реканализированных аневризм между ранним контрольным осмотром через 6 мес. и отсроченной визуализацией через 1,5–6 лет составила 0–2,5%. Таким образом, анализируя данный обзор, можно сделать вывод, что МРА является лучшим методом визуализации для последующего наблюдения. В отдельных случаях, если необходима инвазивная ангиография, следует рассматривать возможность использования 3D ЦСА для повышения точности диагностики. Большинству пациентов со стабильным и адекватным исключением аневризмы через 6 мес. после эмболизации спиралями может не потребоваться дальнейшее наблюдение [11].

Аналогичный метаанализ провели S.U. Ahmed и соавт. в 2019 г.: были изучены 1579 статей с Embase, PubMed и Cochrane и проведено сравнение МРА и цифровой субтракционной ангиографии в качестве методов для последующего наблюдения за эмболизированными АГМ. Чувствительность и специфичность рассчитаны с использованием степени исключения АГМ, определенной по шкале Raymond-Roy. По результатам исследования, чувствительность и специфичность для 3D TOF-MRA составила 88 и 94%, для МРА с контрастным усилением – 88 и 96% соответственно. Данный анализ показал, что МРА является надежным методом наблюдения за АГМ, пролеченными с использованием эндоваскулярных технологий [12].

В настоящее время во многих центрах при лечении разорвавшихся церебральных аневризм предпочтение отдано их эмболизации спиралями. Однако частота реканализации после такого лечения возникает примерно у 20% пациентов, поэтому из-за возможности ее появления и доступности относительно безопасного повторного эндоваскулярного лечения рекомендовано наблюдение за эмболизированными АГМ.

Z. Serafin и соавт. проспективно провели сравнение диагностической ценности цифровой субтракционной ангиографии и 3D времяпролетной МРА (TOF-MRA). Были обследованы 72 пациента через 3 мес. после эмболизации спиралями методами двухмерной цифровой субтракционной ангиографии (2D ЦСА), трехмерной цифровой субтракционной ангиографии (3D ЦСА) и 3D времяпролетной МРА (3D TOF-MRA). Оценка результатов включала в себя обнаружение остаточного объема, его количественную оценку и обоснованность решения относительно повторного лечения. Во всех случаях изображения 3D TOF-MRA можно было интерпретировать, однако у двух пациентов на цифровой субтракционной ангиографии была видна протрузия петли спирали в материнскую артерию, что не было визуализировано на изображениях 3D TOF-MRA. Необходимо отметить, что во всех случаях, в которых для лечения применялся метод стент-ассистированной эмболизации спиралями, интенсивность сигнала в просвете стента была снижена, что имитировало стеноз внутри стента на объемных изображениях. Чувствительность и специфичность методов в обнаружении остаточного кровотока составила 84,6 и 93,5% для 2D ЦСА; 92,3 и 97,8% – для 3D ЦСА; 84,6 и 91,3% – для 3D TOF-MRA соответственно. Для принятия решения о дальнейшей повторной операции метод 2D ЦСА показал наиболее низкую эффективность по сравнению как с 3D ЦСА, так и с 3D TOF-MRA.

Анализируя данное исследование, можно сделать вывод, что 3D TOF-MRA должен быть приоритетным методом при последующем ведении пациентов после эмболизации АГМ, учитывая инвазивность ЦСА

и незначительную разницу в диагностической эффективности между 3D-ЦСА и 3D TOF-MRA [13].

В 2020 г. S. Takubo и соавт. провели исследование МРА на фантоме с использованием неконтрастной последовательности ультракороткого эхосигнала (UTE) и изучили эффективность его использования у пациентов, перенесших клипирование АГМ. Авторы проанализировали характерные особенности артефактов от клипс путем сканирования фантома со встроенным зажимом с использованием последовательности UTE и временем сканирования 2 мин 52 с. В фантомном исследовании зажим был очерчен как область отсутствия сигнала, полностью окруженная высоким сигналом на исходных изображениях. На реконструированных короткоосевых изображениях зажима, который был расположен перпендикулярно статическому магнитному полю, определялся артефакт в виде четырехлистного клевера. Он исчезал, когда зажим был установлен параллельно статическому магнитному полю. Таким образом, можно отметить, что добавление UTE-MRA к стандартному протоколу является полезным подходом для последующего наблюдения пациентов после клипирования АГМ с клинически приемлемым продлением времени сканирования [14].

Визуализация остаточного объема леченых аневризм при 3D TOF-MRA может быть ограничена из-за магнитной восприимчивости и радиочастотного экранирования, поэтому для оценки клинической эффективности МРА леченых аневризм К. Н. Ryu и соавт. в качестве метода контроля применили методику бесшумного сканирования (silent MRA). 119 пациентам с 126 пролеченными аневризмами были выполнены 3D TOF-MRA и silent MRA во время одного сеанса сканирования. Два нейрорадиолога независимо друг от друга оценили общее качество изображений и визуализацию пролеченной АГМ с использованием 5-балльной шкалы Лайкерта. Анализ данных помог установить, что общие показатели качества изображений примерно одинаковы как при silent MRA, так и при 3D TOF-MRA, однако визуализация потока при silent MRA выше, чем при 3D TOF-MRA. Таким образом, silent MRA превосходит по диагностической эффективности TOF-MRA и является полезным методом в оценке последующего наблюдения леченых аневризм [15].

Как известно, оценка клипированной АГМ и прилежащих церебральных артерий крайне важна для выявления повторного роста аневризмы или возникновения послеоперационного церебрального вазоспазма. Но поскольку 3D TOF-MRA является быстрым и неинвазивным методом контроля, вызванный зажимом артефакт на полученных изображениях ограничивает оценку артерии в непосредственной близости от зажима. Хотя 1.5T UTE-MRA и уменьшает металлические артефакты, полученное изображение слишком жесткое для оценки остаточной аневризмы, а диапазон описания слишком узок для анализа церебрального вазоспазма.

М. Katsuki и соавт. предложили методику использования 3 T silent UTE-MRA как метода послеоперационной оценки клипированной аневризмы и прилежащих сосудов. На полученных изображениях у показательного пациента после клипирования АГМ артерия, находящаяся в непосредственной близости к клипированной АГМ, была детально изучена, а церебральные сосуды подробно описаны от основного ствола до периферических ветвей с широким диапазоном, что позволило оценить масштаб церебрального вазоспазма [16].

Для уменьшения артефактов от зажимов после клипирования АГМ на МР-ангиограммах М. Katsuki и соавт. предложили использовать протокол PETRA-MRA с применением ультракороткого TE. Авторы привели в пример 2 случая клипированных аневризм, при которых на изображениях, полученных методом PETRA-MRA, лучше визуализировались остаточные шейки и прилежащие сосуды, в отличие от TOF-MRA. Исследование показало, что протокол PETRA-MRA может сократить время и инвазивность, а также быть полезным для обычного наблюдения за клипированной аневризмой с развитием технологии МРА в будущем [17].

Заключение

Итоги данного обзора литературы позволяют сделать выводы, что МРА в послеоперационном контроле леченых АГМ имеет высокую диагностическую ценность, обладает определенными преимуществами и может применяться у данной когорты пациентов в качестве рутинного метода послеоперационного контроля. Для улучшения визуализации и нивелирования артефактов от клипс или эндоваскулярных спиралей рекомендуется включать в протокол обновленные программы сканирования, такие как, к примеру, 3D TOF-MRA с ультракоротким TE или silent MRA, а также использовать протоколы сканирования с контрастным усилением. Необходимо также отметить, что МРА, хоть и является эффективным методом качественной визуализации, все же имеет ряд противопоказаний, таких как наличие в теле пациента электрокардиостимулятора, других металлических инородных тел или вероятность развития у пациента клаустрофобии. При сравнении возможностей МРА и КТА отмечено, что компьютерно-томографическая ангиография, будучи более экономически выгодным методом обследования пациентов, все-таки уступает МРА в визуализации леченых аневризм и окружающей паренхимы головного мозга, при этом является источником ионизирующего облучения, что также имеет свои негативные последствия. Однако, несмотря на все вышеперечисленные новшества в протоколах МРА, традиционная ЦСА остается «золотым» стандартом для оценки леченых АГМ и должна широко использоваться для разрешения любых случаев диагностической неопределенности при неинвазивной визуализации.

Литература/References

1. Zamani A. MRA of intracranial aneurysms. *Clin Neurosci.* 1997;4(3):123–129. PMID: 9186031.
2. Pierot L, Portefaix C, Rodriguez-Régent C, et al. Role of MRA in the detection of intracranial aneurysm in the acute phase of subarachnoid hemorrhage. *J Neuroradiol.* 2013;40(3):204–210. PMID: 23664329. <https://doi.org/10.1016/j.neurad.2013.03.004>
3. Pierot L, Kadziolka K, Portefaix C, et al. Treatment for intracranial aneurysms. *Presse Med.* 2012;41(5):532–541. PMID: 22364802. <https://doi.org/10.1016/j.lpm.2011.12.012>
4. Gönner F, Heid O, Remonda L, et al. MR angiography with ultrashort echo time in cerebral aneurysms treated with Guglielmi detachable coils. *AJNR Am J Neuroradiol.* 1998;19(7):1324–1328. PMID: 9726477. PMCID: PMC8332223.
5. Burtscher IM, Owman T, Romner B, et al. Aneurysm clip MR artifacts. Titanium versus stainless steel and influence of imaging parameters. *Acta Radiol.* 1998;39(1):70–76. PMID: 9498874. <https://doi.org/10.1080/02841859809172153>
6. Leclerc X, Navez JF, Gauvrit JY, et al. Aneurysms of the anterior communicating artery treated with Guglielmi detachable coils: follow-up with contrast-enhanced MR angiography. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2002;23(7):1121–1127. PMID: 12169468. PMCID: PMC8185743.
7. Yamada N, Hayashi K, Murao K, et al. Time-of-flight MR angiography targeted to coiled intracranial aneurysms is more sensitive to residual flow than is digital subtraction angiography. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2004;25(7):1154–1157. PMID: 15313700. PMCID: PMC7976517.
8. Anzalone N, Scomazzoni F, Cirillo M, et al. Follow-up of coiled cerebral aneurysms at 3T: comparison of 3D time-of-flight MR angiography and contrast-enhanced MR angiography. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2008;29(8):1530–1536. PMID: 18556359. PMCID: PMC8119060. <https://doi.org/10.3174/ajnr.A1166>
9. Sprengers ME, van Rooij WJ, Sluzewski M, et al. MR angiography follow-up 5 years after coiling: frequency of new aneurysms and enlargement of untreated aneurysms. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2009;30(2):303–307. PMID: 18971290. PMCID: PMC7051390. <https://doi.org/10.3174/ajnr.A1353>
10. Bakker NA, Westerlaan HE, Metzemaekers JD, et al. Feasibility of magnetic resonance angiography (MRA) follow-up as the primary imaging modality after coiling of intracranial aneurysms. *Acta Radiol.* 2010;51(2):226–232. PMID: 20088646. <https://doi.org/10.3109/02841850903436642>
11. Serafin Z, Strzeńiewski P, Lasek W, et al. Methods and time schedule for follow-up of intracranial aneurysms treated with endovascular embolization: a systematic review. *Neurol Neurochir Pol.* 2011;45(5):421–430. PMID: 22127936. [https://doi.org/10.1016/S0028-3843\(14\)60309-1](https://doi.org/10.1016/S0028-3843(14)60309-1)
12. Ahmed SU, Mocco J, Zhang X, et al. MRA versus DSA for the follow-up imaging of intracranial aneurysms treated using endovascular techniques: a meta-analysis. *J Neurointerv Surg.* 2019;11(10):1009–1014. PMID: 31048457. <https://dx.doi.org/10.1136/neurintsurg-2019-014936>
13. Serafin Z, Strzeńiewski P, Lasek W, et al. Follow-up after embolization of ruptured intracranial aneurysms: a prospective comparison of two-dimensional digital subtraction angiography, three-dimensional digital subtraction angiography, and time-of-flight magnetic resonance angiography. *Neuroradiology.* 2012;54(11):1253–1260. PMID: 22488210. PMCID: PMC3509325. <https://doi.org/10.1007/s00234-012-1030-z>
14. Takubo S, Kawasaki K, Nagatari T, et al. Clinical usefulness of ultra-short TE MRA for follow-up imaging after cerebral aneurysm clipping. *Nihon Hoshasen Gijutsu Gakkai Zasshi.*

2020;76(2):177–184. PMID: 32074526. https://doi.org/10.6009/jjrt.2020_JSRT_76.2.177

15. Ryu KH, Baek HJ, Moon JI, et al. Usefulness of noncontrast-enhanced silent magnetic resonance angiography (MRA) for treated intracranial aneurysm follow-up in comparison with time-of-flight MRA. *Neurosurgery.* 2020;87(2):220–228. PMID: 31625579. <https://doi.org/10.1093/neuros/nyz421>

16. Katsuki M, Narita N, Ozaki D, et al. Three tesla magnetic resonance angiography with ultrashort echo time describes the arteries near the cerebral aneurysm with clip and the peripheral cerebral arteries. *Surg Neurol Int.* 2020;11:224. PMID: 32874727. PMCID: PMC7451165. https://doi.org/10.25259/SNI_329_2020

17. Katsuki M, Kakizawa Y, Yamamoto Y, et al. Magnetic resonance angiography with ultrashort echo time evaluates cerebral aneurysm with clip. *Surg Neurol Int.* 2020;11:65. PMID: 32363060. PMCID: PMC7193191. https://doi.org/10.25259/SNI_59_2020

Сведения об авторах

Кардаильская Дарья Олеговна, врач-рентгенолог, Научно-исследовательский институт – Краевая клиническая больница № 1 им. проф. С.В. Очаповского (Краснодар, Россия). <https://orcid.org/0000-0002-4725-4345>

Зяблова Елена Игоревна, к. м. н., заведующая рентгеновским отделением, Научно-исследовательский институт – Краевая клиническая больница № 1 им. проф. С.В. Очаповского; доцент кафедры лучевой диагностики, Кубанский государственный медицинский университет (Краснодар, Россия). <https://orcid.org/0000-0002-6845-5613>

Порханов Владимир Алексеевич, академик РАН, д. м. н., профессор, главный врач НИИ – ККБ № 1 им. проф. С.В. Очаповского; заведующий кафедрой онкологии с курсом торакальной хирургии ФПК и ППС, Кубанский государственный медицинский университет (Краснодар, Россия). <https://orcid.org/0000-0003-0572-1395>

Пронин Игорь Николаевич, академик РАН, д. м. н., профессор, заместитель директора по научной работе, заведующий отделением рентгеновских и радиоизотопных методов диагностики, НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко (Москва, Россия). <https://orcid.org/0000-0002-4480-0275>

Захарова Наталья Евгеньевна, профессор РАН, д. м. н., ведущий научный сотрудник отделения рентгеновских и радиоизотопных методов диагностики, НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко (Москва, Россия). <https://orcid.org/0000-0002-0516-3613>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Author credentials

Darya O. Kardailskaya, Radiologist, Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital no. 1 (Krasnodar, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0002-4725-4345>

Elena I. Zyblova, Cand. Sci. (Med.), Head of Radiology Department, Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital no. 1; Associate Professor of Radiodiagnosis Department, Kuban State Medical University (Krasnodar, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0002-6845-5613>

Vladimir A. Porhanov, Academician of the Russian Academy of Sciences, Dr. Sci. (Med.), Professor, Chief Doctor of the Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital no. 1; Head of the Department of Oncology with the Course of Thoracic Surgery, Faculty of Advanced Training and Professional Retraining of Specialists, Kuban State Medical University (Krasnodar, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0003-0572-1395>

Igor N. Pronin, Academician of the Russian Academy of Sciences, Dr. Sci. (Med.), Professor, Deputy Director for Research, Head of the Department of X-ray and Radioisotope Diagnostic Methods, Burdenko National Medical Research Center for Neurosurgery (Moscow, Russian Federation). <https://doi.org/10.3109/02841850903436642>

Natalya E. Zakharova, Professor of the Russian Academy of Sciences, Dr. Sci. (Med.), Leading Researcher of the Department of X-ray and Radioisotope Diagnostic Methods, Burdenko National Medical Research Center for Neurosurgery (Moscow, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0002-0516-3613>

Conflict of interest: *none declared.*



Современное состояние проблемы пластического замещения дефектов мягких тканей нижних конечностей на фоне хронического остеомиелита

© Д.О. Румянцев^{1*}, Г.А. Айрапетов^{1,2}, А.А. Воротников^{1,2}

¹ Ставропольская краевая клиническая больница, Ставрополь, Россия

² Ставропольский государственный медицинский университет, Ставрополь, Россия

* Д.О. Румянцев, Ставропольская краевая клиническая больница, 355030, Ставрополь, ул. Семашко, 1, bonobo1@yandex.ru

Поступила в редакцию 17 января 2022 г. Исправлена 17 февраля 2022 г. Принята к печати 25 февраля 2022 г.

Резюме

На основании данных научной литературы проанализировано современное состояние проблемы пластического замещения дефектов мягких тканей нижних конечностей на фоне хронического остеомиелита. С учетом определенных требований к замещению дефектов указанного характера обозначены следующие реконструктивные задачи. Прежде всего для адекватного восстановления кожного покрова с одновременным купированием гнойно-некротического процесса необходимо использование кровоснабжаемых комплексов тканей, которые, по возможности, должны быть сформированы из сходных к окружающим дефект тканей. Немаловажным аспектом является преимущественное применение технически и экономически менее затратных вмешательств. Максимально подходящими являются локорегионарные лоскуты с осевым кровоснабжением, среди которых наиболее перспективными считаются перфорантные лоскуты. Необходима разработка алгоритма реконструкции дефектов с использованием локорегионарных перфорантных лоскутов в зависимости от локализации дефекта.

Также следует провести сравнительный анализ анатомических преимуществ и эффективности использования различных перфорантных лоскутов и островковых лоскутов на сосудистой ножке. Использование одноэтапного ортопластического подхода позволит наиболее эффективно применять достижения реконструктивно-пластической хирургии в ортопедии для восстановления функции конечностей, что улучшит результаты лечения пациентов.

Ключевые слова: хронический остеомиелит, дефекты мягких тканей конечностей, перфорантные лоскуты, лоскуты с осевым кровоснабжением, локорегионарные лоскуты

Цитировать: Румянцев Д.О., Айрапетов Г.А., Воротников А.А. Современное состояние проблемы пластического замещения дефектов мягких тканей нижних конечностей на фоне хронического остеомиелита. *Инновационная медицина Кубани*. 2022;(1):69–76. <https://doi.org/10.35401/2500-0268-2022-25-1-69-76>

The current state of the problem of soft tissue defects replacement in the lower extremities in conditions of chronic osteomyelitis

© Dmitry O. Rumyantsev^{1*}, Georgy A. Airapetov^{1,2}, Alexander A. Vorotnikov^{1,2}

¹ Stavropol Regional Clinical Hospital, Stavropol, Russian Federation

² Stavropol State Medical University, Stavropol, Russian Federation

* Dmitry O. Rumyantsev, Stavropol Regional Clinical Hospital, 1, Semashko str., Stavropol, 355030, bonobo1@yandex.ru

Received: January 17, 2022. Received in revised form: February 17, 2022. Accepted: February 25, 2022.

Abstract

Based on the data of scientific literature, the current state of the problem of soft tissue defects replacement in the lower extremities in conditions of chronic osteomyelitis has been analyzed. Taking into account certain requirements for the replacement of defects of this nature, the following reconstructive tasks have been indicated. First of all, for adequate restoration of the skin with simultaneous relief of the purulent-necrotic process, it is necessary to use blood-supplied tissue complexes, which, if possible, should be formed from tissues similar to those surrounding the defect. The predominant use of technically and economically beneficial interventions is of great importance. The most suitable are loco-regional flaps with axial blood supply, among which the most promising are perforant flaps. It is necessary to develop an algorithm for defects reconstruction using loco-regional perforant flaps, depending on the defect area. It is also necessary to conduct a comparative analysis of the anatomical advantages and effectiveness of using various perforant and insular flaps on the vascular pedicle. A one-stage orthoplastic approach will allow the most effective use of the achievements of reconstructive plastic surgery in orthopedics to restore limb function, which will improve the results of treatment of patients.

Keywords: chronic osteomyelitis, soft tissue defects of extremities, perforant flaps, flaps with axial blood supply, loco-regional flaps

Cite this article as: Rumyantsev D.O., Airapetov G.A., Vorotnikov A.A. The current state of the problem of soft tissue defects replacement in the lower extremities in conditions of chronic osteomyelitis. *Innovative Medicine of Kuban*. 2022;(1):69–76. <https://doi.org/10.35401/2500-0268-2022-25-1-69-76>



Проблема лечения хронического остеомиелита остается достаточно актуальной. Лечение этого заболевания представляет не только медицинскую, но и социальную проблему, поскольку до 78% больных составляют лица трудоспособного возраста (от 20 до 50 лет), и именно среди них отмечается высокий процент выхода на инвалидность [1].

Цель работы

Поиск алгоритма реконструкции дефектов с использованием локорегионарных перфорантных лоскутов, а также обоснование одноэтапного ортопластического подхода, которые позволят наиболее эффективно применять достижения реконструктивно-пластической хирургии в ортопедии для восстановления функции конечностей, что улучшит результаты лечения пациентов.

Нарушенный при остеомиелите регионарный кровоток и имеющийся вокруг остеомиелитического очага склеротический барьер, еще более ухудшающий состояние кровообращения непосредственно в очаге, практически исключают возможность излечения остеомиелита консервативными средствами. Последние могут лишь способствовать переходу активного гнойно-некротического процесса в форму дремлющей хирургической инфекции. Поэтому в настоящее время основным методом лечения хронического остеомиелита является хирургический [2].

Исходя из определения подходов в хирургическом лечении остеомиелита, в настоящее время наиболее распространена его классификация по анатомическому типу очага [3]. Классификация включает в себя: эндостальный тип (небольшой внутрикостный очаг без поражения мягких тканей), поверхностный (обнажение кости с ее поверхностным поражением по типу остита), локализованный (наличие костной полости или поражение стенки на всю толщину) и распространенный тип (циркулярный дефект). При первом типе выполняют лишь хирургическую обработку очага остеомиелита, при остальных она дополняется замещением мягкотканного и костного дефектов.

Полноценная хирургическая обработка, преследующая цель полной ликвидации патологического очага, является ключевым моментом в лечении остеомиелита [4].

На сегодняшний день наиболее распространенным методом лечения остеомиелита (на этапе хирургической санации) является радикальная хирургическая обработка остеомиелитического очага. Объем этого вмешательства предполагает широкий доступ к зоне поражения, трепанацию кости на всем протяжении остеомиелитического процесса, некрэктомию с обработкой внутренней стенки полости и последующим ее замещением [5].

После санационного этапа обработки очага остеомиелита возникает необходимость в реконструкции

образовавшегося дефекта. Многие авторы, занимавшиеся проблемой лечения остеомиелита, описывают трудности ликвидации полостей в дистальных отделах нижних конечностей и заживления возникающих здесь остеомиелитических язв [5].

В начале XX века Н. Огг предложил открытый способ лечения глубоких остеомиелитических дефектов (3-й и 4-й типы по классификации Cierny-Mader). Сущность этого метода заключается в радикальной остеонекрэктомии и заполнении полости марлевыми тампонами с вазелином. В дальнейшем были представлены модификации, которые предполагали пропитывание тампонов другими фармакологическими средствами, включая антисептики и антибиотики. Однако при этой методике часто возникает вторичное инфицирование очага, что приводит к длительному лечению, требует продолжительной иммобилизации конечности и характеризуется большим количеством неудовлетворительных исходов [6].

Альтернативным методом является закрытый способ лечения остеомиелитических полостей, который заключается в их пломбировании с использованием разнообразных материалов органического и неорганического происхождения.

Интенсивное развитие химии полимеров во второй половине XX века позволило синтезировать соединения более близкие по своим физико-химическим характеристикам к биологическим тканям. Тем не менее, независимо от характера материала, любые пломбы, помещенные в костную полость, являются инородными телами. Таким образом, нарушается важнейший принцип хирургической обработки ран – удаление, а не введение в нее инородных тел.

С начала XX века и до настоящего времени интерес для хирургов представляют методики замещения костных полостей стопы и голени с помощью костных аутотрансплантатов, которые также выполняют роль пломбы. В случае хронического остеомиелита целесообразность данного способа обосновывали свойством костных трансплантатов выступать в роли биологических «раздражителей» и потенцировать костную регенерацию.

В результате использования некровоснабжаемых костных трансплантатов были выявлены следующие отрицательные моменты. Прежде всего, это неудобство их применения для заполнения глубоких дефектов со сложной геометрией полости вследствие того, что костная ткань не обладает пластическими свойствами. В незамещенных «мертвых пространствах» скапливаются гематомы, легко нагнаивающиеся в очагах хронического воспаления, что приводит к рецидиву. Кроме того, часто наблюдали частичное, а иногда и полное рассасывание трансплантата в зоне дефекта и длительное сращение с костным ложем [7].

С учетом указанных особенностей использование метода остеопластики некровоснабжаемым трансплантатом в условиях гнойной костной патологии следует считать крайне ограниченным.

Следующим этапом на пути решения проблемы лечения хронического остеомиелита стал способ замещения пострезекционной полости костью, выращенной направленным остеогенезом по методу Г.А. Илизарова, в основе которого лежит эффект «напряжения растяжением» [8]. По нашему мнению, использование методики направленного остеогенеза обоснованно при наличии циркулярных дефектов, а при поверхностных и локализованных типах поражения формирование костных отщепов, перемещаемых с дозированным темпом в зону дефекта, иногда является большей травмой для мягких тканей, уже измененных патологическим процессом.

Особый интерес представляют современные отечественные работы по вопросам метода дозированной тканевой дистракции. Коллективами авторов были представлены результаты данного метода с применением оригинальных устройств. Наблюдалось снижение частоты выполнения этапных реконструктивно-пластических операций после стационарного лечения (в 9–10 раз), сокращение общей длительности лечения (на 26,0%), отмечались более высокие уровни показателей качества жизни [9].

В то же время в данных работах, на наш взгляд, не отмечена проблема закрытия специфических в функциональном и анатомическом отношении зон нижних конечностей, таких как нижняя треть голени, область голеностопного сустава и пяточная область, требующих особого подхода в пластическом замещении, а именно применении кровоснабжаемых перемещенных лоскутов. В данных условиях дерматотензия весьма ограничена с учетом анатомического строения (эластичность и дефицит кожных покровов), а также соотношения площади дефекта и донорских участков. Кроме того, послеоперационные остеомиелитические дефекты предполагают наличие открытых участков кости, требующих незамедлительного укрытия мягкими тканями для предотвращения высыхания и вторичного некроза, что не предусмотрено в условиях длительной дозированной дерматотензии.

Также нами проанализированы данные фундаментальных работ авторов под руководством профессора Б.М. Костюченка, изучавших процессы заживления гнойных ран в условиях управляемой абактериальной среды (УАС). Оценивая полученный опыт, авторы считают показаниями к данному методу лечения наличие обширных плоских ран различного происхождения, которые после хирургической обработки становятся во всех частях доступными воздействию УАС. Глубокие и узкие раны, а также раны, имеющие карманы и затеки, лечить в изоляторе

нецелесообразно. Такие раны рекомендуется сначала обрабатывать хирургическим методом и сочетать лечение в условиях УАС с длительным дренированием и промыванием [10].

По нашему мнению, в отношении дефектов на фоне хронического остеомиелита длительное ведение раны приводит к усугублению трофических нарушений, не влияет на реваскуляризацию в зоне поражения, что является ключевым моментом в лечении, а также существенно увеличивает сроки стационарного лечения.

В 1897 г. финский хирург М. Schulten впервые опубликовал результаты применения кровоснабжаемого мышечного лоскута для заполнения остеомиелитической полости после секвестрнекрэктомии. Он предлагал двухэтапное оперативное лечение. Широкое распространение миопластики обусловлено ее патогенетической обоснованностью, что иллюстрирует высокий процент положительных результатов [11].

Другие ученые высказывают сдержанное отношение к данному методу. По их мнению, в условиях транспозиции кровоснабжаемого мышечного лоскута на внутренней стенке пострезекционной остеомиелитической полости происходит быстрое формирование замыкательной пластинки и костная регенерация в данной зоне прекращается. В результате эксперимента авторы пришли к выводу, что на месте контакта кости и перемещенной мышцы формирующаяся замыкательная пластинка приводит к сохранению костного дефекта на неопределенно длительный срок. Было предложено понятие о «фиброзно-пластическом барьере остеогенеза» [12].

По нашему мнению, несмотря на имеющиеся факты в отношении восстановления анатомии пораженной кости при использовании миопластики, с точки зрения купирования гнойного процесса данный метод остается наиболее эффективным.

Использование мышечных лоскутов при локализации костной полости вдали от мышечного массива крайне ограничено, а также не всегда показано при повторных операциях, когда имеются рубцово-трофические изменения кожи. При расположении дефектов в дистальных отделах нижних конечностей не всегда представляется возможным сформировать лоскут достаточной длины и необходимых размеров.

С учетом указанных ограничений в применении местной миопластики на голени и стопе Г.Д. Никитин предложил трансмиоластику, по сути являющуюся модификацией «итальянского» способа кожной пластики [5].

Данный метод имеет такие недостатки, как многоэтапность операций, утрата основных свойств перемещенной мышцы за счет циркуляторных расстройств в ней, сопровождающихся потерей эластичности и развитием трофических нарушений;

выраженный физический и психологический дискомфорт, связанный с длительной иммобилизацией конечностей в вынужденном положении; часто развитие постиммобилизационных контрактур [13].

При замещении поверхностных форм остеомиелита (второй тип остеомиелитических дефектов по классификации Cierny-Mader) применяются пластические операции с использованием различных вариантов кожной пластики, имеющих давнюю историю. Более двух тысяч лет назад описан «индийский» способ пластики дефектов носа, который явился прототипом различных более поздних реконструктивно-пластических операций, занимающих особое место в арсенале восстановительной хирургии.

В 1597 г. итальянский хирург G. Tagliacozzi разработал способ перекрестной пластики полнослойным кожным лоскутом на временной питающей ножке, известный в литературе как «итальянский». Этот вариант замещения кожных и мягкотканых дефектов использовался хирургами вплоть до начала второй четверти XX века. Позже для лечения подобного рода дефектов стал использоваться метод с использованием так называемого мигрирующего стебельчатого лоскута, разработанный русским хирургом-профессором В. П. Филатовым и английским врачом Н. D. Gilles. Однако применение местнопластических операций в дистальных отделах нижней конечности весьма ограничено низкой эластичностью кожи и объемом подлежащих тканей, менее благоприятными анатомическими особенностями кровоснабжения, а также высокой вероятностью развития трофических нарушений на фоне хронического воспаления.

Значительно расширились возможности в лечении пациентов с остеомиелитическими дефектами после внедрения в реконструктивную хирургию и развития нового направления, основанного на замещении дефектов тканей лоскутами с осевым типом кровоснабжения. Данный способ позволяет одномоментно выполнить радикальную хирургическую обработку остеомиелитического очага и заместить образовавшийся дефект кровоснабжаемым комплексом тканей.

За счет противодействия активно пролиферирующих тканей данного комплекса некробиотическим процессам в зоне остеомиелитического поражения достигается наиболее стойкая и полноценная ремиссия, что в своем роде рассматривается как вариант биологической антисептики. Этот метод оказался настолько эффективным, что позволил некоторым авторам говорить об излечимости остеомиелита.

Развитие данного направления реконструктивной хирургии напрямую связано с изучением и клинической апробацией все большего количества лоскутов с осевым кровотоком. В связи с этим были проведены многочисленные анатомические исследования мягких тканей с акцентом на топографии сосудов диаметром

1 мм и меньше. В процессе данных работ выделили новый раздел прикладной топографической анатомии – «микрохирургическая анатомия».

В настоящее время в реконструктивной хирургии остеомиелитических дефектов обозначились два основных направления использования осевых лоскутов: несвободная пластика кровоснабжаемыми комплексами тканей (островковыми лоскутами) и их свободная пересадка с использованием оптического увеличения и микрохирургической техники. По данным литературы, несвободная пересадка комплексов тканей имеет преимущество перед свободной пересадкой ввиду меньшей технической сложности и длительности оперативных вмешательств, отсутствием риска несостоятельности либо тромбоза микроанастомозов. В то же время сохраняются такие важные преимущества ауто-трансплантации комплексов тканей, как одноэтапность вмешательства и достаточный кровоток в пересаженных тканях. Считаем, что данные способы не взаимозаменяемы и для применения каждого из них в клинической практике должны быть определены свои показания, которые на данном этапе развития весьма относительны и нуждаются в дальнейшей разработке.

Одна из основных современных тенденций развития реконструктивной хирургии конечностей заключается в сокращении объема широкого использования у больных с поражением покровных и глубжележащих мягких тканей свободной пластики кровоснабжаемых комплексов тканей в пользу технически более доступных операций несвободной пересадки. Доля несвободной пересадки при первичных реконструкциях может достигать 90%, а у пациентов с поздними посттравматическими осложнениями – 54% [14].

При определении конечных вариантов замещения дефектов кожи и глубжележащих мягких тканей весьма важным критерием является их локализация относительно суставов. Кроме того, важное значение имеет расположение дефектов по отношению к зонам натяжения и смещения кожи на подвижных участках. Также необходимо учитывать потенциальное влияние реконструктивной операции на функцию и внешний вид конечности в отдаленном послеоперационном периоде [15].

В случае параартикулярной локализации дефектов для реконструктивной цели более подходящими являются сложные кожные лоскуты с осевым кровоснабжением. Более того, среди них морфологически оптимальны имеющие небольшую толщину, достаточную эластичность и, что немаловажно, устойчивость к длительным циклическим нагрузкам и этапным хирургическим вмешательствам [16]. Указанными свойствами в наилучшей комбинации обладают кожно-фасциальные лоскуты [17].

Несмотря на популярность осевых мышечных лоскутов, практически сразу в процессе клинической

практики начали проявляться некоторые их недостатки, в том числе чрезмерный объем, непредсказуемая атрофия и функциональные нарушения, связанные с потерей донорской мышцы. Так, В. Ponten представил новый вариант выкраивания обширного кожного лоскута, в котором полностью отсутствовала мышца [18]. В основном он сохранял глубокую фасцию с вышележащей кожей и подкожными тканями, постулируя, что это приводило к большей надежности и выживаемости данных «суперлоскутов» при закрытии дефектов голени. Сегодня эти лоскуты известны как кожно-фасциальные. Автор не описывал связь собственного кровоснабжения лоскута с фасциальным сплетением, позже обнаруженным между кожей и глубокой фасцией, на чем в настоящее время основывается принцип выкраивания нейрокожных лоскутов. Позже другими исследователями эта идея была расширена, чтобы показать возможность использования кожно-фасциальных лоскутов для реконструкции верхних конечностей и туловища, доказывая, что глубокая фасция существует не только в области голени [19].

Несмотря на то что глубокая фасция относительно аваскулярна, в ней существуют субфасциальное и надфасциальное сплетения. Эти сплетения могут поддерживать кровоснабжение в лоскутах, основанных на так называемом «фасциальном притоке» [20]. Это могут быть кожно-фасциальные лоскуты на дистальном основании; лоскуты, включающие только фасцию; фасциально-жировые и жировые лоскуты (в том числе многочисленные варианты кожно-фасциальных лоскутов, в которые не нужно включать саму фасцию). Н. Nakajima и соавт. предположили, что данное фасциальное сплетение поддерживается 6 «перфорантными системами», в том числе кожно-мышечными, кожно-перегородочными и осевыми кожными перфорантами [21].

Дальнейшие анатомические исследования послужили основой для классификации кожно-фасциальных лоскутов и были изложены в фундаментальной книге «Артериальная анатомия кожных лоскутов», в которой содержится краткая оценка истории, анатомии и клинических аспектов хирургии кожных лоскутов, включая кожно-фасциальные лоскуты [22]. G. Hallock подчеркнул важность этой концепции в своей книге «Кожно-фасциальные лоскуты» [23].

По мнению различных авторов, перфорантные лоскуты являются наиболее передовым вариантом практического применения сосудистой анатомии в хирургии комплексов тканей. По сути, перфорантные лоскуты возникли в результате стремления хирургов сохранить достаточный кровоток в лоскутах за счет крупных мышечных артериальных ветвей, избежав чрезмерной объемности кожно-мышечных лоскутов и функциональных потерь, связанных с забороом мышц [24].

В 1987 г. G. Taylor и J. Palmer создали концепцию «ангиосомов» или сосудистых территорий [25]. Согласно этой теории, ангиосом представляет собой трехмерный комплекс тканей, состоящий из кожи и глубоких анатомо-функциональных структур, имеющих единый источник кровоснабжения в виде перфорантных сосудов. Эти сосуды берут начало от магистральных глубоко расположенных артерий и впадают в сопутствующие вены, проходя вдоль соединительнотканых перегородок либо прободая прилегающую мышцу.

G. Taylor и его коллеги утверждали, что прямые перфорантные сосуды являются основным источником кожного кровоснабжения, и не имеет значения, прободают ли они на своем пути мышцу или соединительнотканную перегородку, потому что их основным «назначением» всегда является кожа [26].

Влияние перфорантных лоскутов оказалось огромным. Около 400 кожных перфорантов было описано на теле человека [27]. По некоторым данным, перфорантный лоскут может быть сформирован на любом пучке при условии приемлемости донорского участка. Арсенал данной методики значительно расширился за счет внедрения в практику реконструкции вновь открытых лоскутов.

Концепция пропеллерных перфорантных лоскутов, представленная Н. Nyakusoku [28], первоначально была описана в работах G. Hallock [29] как вариант перфорантных лоскутов. После этого расширение их применения было изложено в работе Т. Тео [30]. Эти лоскуты оказались очень полезным инструментом для реконструкции дефектов различных локализаций. Изначально примененные для реконструкции дистальных отделов нижней конечности, сегодня они доступны в любой области человеческого тела. Это весьма универсальные локальные островковые кожно-фасциальные лоскуты, сформированные на одном перфорантном пучке и имеющие угол поворота вокруг оси этого перфоранта, достигающий 180°.

Особый интерес представляет концепция так называемых «free-style» лоскутов, когда в качестве донорского источника может быть выбран любой участок поверхности человеческого тела, на котором определяется перфорант с доступным для доплерографии аудиосигналом. Лоскут может быть выкроен в любой области, которая соответствует конкретным клиническим требованиям к цвету, толщине, текстуре кожи и снижению морбидности донорского участка [31].

По нашему мнению, в настоящее время применение перфорантных лоскутов требует дальнейшего определения границ сосудистой сети в каждой конкретной анатомической области для достижения более предсказуемых результатов. По мере накопления большего опыта рекомендации по формированию лоскутов для каждого конкретного случая должны

основываться на фактических данных. Кроме того, необходима разработка методов усиления кровотока через перфорантную сосудистую сеть. Эти возможные достижения позволят адаптировать хирургические методы для решения более сложных клинических проблем с улучшенной визуализацией и более четким пониманием анатомии всех «перфорасомов» и их соответствующих сосудов.

В последние годы среди зарубежных реконструктивных хирургов, занимающихся лечением дефектов покровных и мягких тканей конечностей, наблюдается стабильная тенденция к расширению показаний для применения так называемых перфорантных кожно-фасциальных лоскутов как в свободном, так и в несвободном вариантах. Данный факт связан, прежде всего, с наилучшими косметическими результатами их применения. Это положение привело и к значительным изменениям морфологической структуры формируемых комплексов тканей. Например, с 2010 по 2015 г. снизилась частота применения лоскутов, в том или ином объеме содержащих мышечную ткань – с 82,8 до 36,4%. Этот показатель для перфорантных лоскутов увеличился до 49,6% [32]. Этому обстоятельству способствовало получение новых данных в результате современных экспериментальных исследований [33], которые показали, что для купирования остеомиелитического процесса санационные свойства мышечных и безмышечных кровоснабжаемых лоскутов не различаются.

С позиций функциональной целесообразности наибольшие требования предъявляются к реконструкциям у пациентов с дефектами в области крупных суставов. Данные дефекты предполагают небольшую глубину и отсутствие рубцово-трофических изменений окружающих и подлежащих мягких тканей. Более того, применение так называемых пропеллерных лоскутов, при строгом соблюдении указанных условий, в некоторых случаях увеличивает послеоперационную амплитуду движений в суставе рядом с дефектом по сравнению с использованием «классических» островковых лоскутов [34].

Тем не менее ввиду variability микрососудистой анатомии у каждого отдельного человека некоторыми авторами высказывается сомнение в возможности таких лоскутов выступить в роли универсальной реконструктивной опции, что требует детального анализа и дальнейшей апробации [35].

Заключение

Таким образом, в настоящее время лечение остеомиелита является актуальной проблемой на стыке ортопедии и реконструктивно-пластической хирургии. Адекватное восстановление кожного покрова в зоне остеомиелитического дефекта кровоснабжаемыми лоскутами максимально купирует

гноино-некротический процесс. С учетом требований к устойчивости к циклическим нагрузкам и проведению многоэтапного лечения с установкой массивных внутренних конструкций (наиболее актуальных при поражениях крупных суставов) перемещаемые комплексы тканей, по возможности, должны быть из сходных к окружающим дефект тканей. Немаловажным аспектом является преимущественное применение технически и экономически менее затратных вмешательств. С учетом обозначенных позиций максимально подходящими для указанных выше реконструктивных задач выступают локорегионарные лоскуты с осевым кровоснабжением, среди которых наиболее перспективными являются перфорантные лоскуты.

В литературе не представлены четкие рекомендации по выбору определенного лоскута в зависимости от локализации дефекта, не проведено сравнение и не выявлены анатомические преимущества различных перфорантных лоскутов, нет данных о сравнительной эффективности использования перфорантных лоскутов и островковых лоскутов на сосудистой ножке. Также не определены клинико-экономические преимущества пластики кожно-фасциальными лоскутами перед традиционной тактикой лечения остеомиелитических дефектов (этапные остеонекрэктомии с формированием грануляционной ткани и последующей аутодермопластикой расщепленным кожным трансплантатом).

Разработка алгоритма реконструкции дефектов с использованием локорегионарных перфорантных лоскутов и осуществления одноэтапного ортопластического подхода позволит наиболее эффективно применять достижения реконструктивно-пластической хирургии в ортопедии для восстановления функции конечностей, что улучшит результаты лечения пациентов.

Литература/References

1. Червяков А.В. *Хирургическое лечение обширных дефектов тканей голени*: дис. ... канд. мед. наук. М.; 2009:101. Chervyakov AV. *Surgical treatment of extensive defects of leg tissue*. Dissertation. Moscow; 2009:101. (In Russ.).
2. Рак А.В., Никитин Г.Д., Линник С.А. Хронический остеомиелит и его лечение: тезисы докладов VII съезда травматологов-ортопедов России. Новосибирск; 2002:355–356. Rak AV, Nikitin GD, Linnik SA. Chronic osteomyelitis and its treatment. Abstracts of the VII Congress of Traumatologists and Orthopedists of Russia. Novosibirsk; 2002:355–356. (In Russ.).
3. Cierny G, Mader JT, Pennick JJ. A clinical staging system for adult osteomyelitis. *Clin Orthop Relat Res*. 2003;414:7–24. PMID: 12966271. <http://doi.org/10.1097/01.blo.0000088564.81746.62>
4. Steed DL. Debridement. *Am J Surg*. 2004;187(5A):71–74. PMID: 15147995. [http://doi.org/10.1016/S0002-9610\(03\)00307-6](http://doi.org/10.1016/S0002-9610(03)00307-6)
5. Никитин Г.Д., Рак А.В., Линник С.А. и др. Хирургическое лечение остеомиелита. СПб.: Русская графика; 2000:288. Nikitin GD, Rak AB, Linnik SA, et al. *Surgical treatment of osteomyelitis*. Saint Petersburg: Russian graphics; 2000:288. (In Russ.).

6. Кернерман Р.П., Мосунов С.А. Отдаленные результаты оперативного лечения хронического огнестрельного и гематогенного остеомиелита конечностей. *Ортопедия и травматология*. 1976;6:16–18. PMID: 1018896.
- Kernerman RP, Mosunov SA. Late results of surgical treatment of chronic gunshot and hematogenous osteomyelitis of the extremities. *Orthopedics and Traumatology*. 1976;6:16–18. (In Russ.). PMID: 1018896.
7. Савельева В.И., Родюкова Е.Н. Трансплантация костной ткани. Новосибирск: 1992:217.
- Savelyeva VI, Rodyukova EN. Bone transplantation. Novosibirsk: 1992:217. (In Russ.).
8. Шаповалов В.М., Овденко А.Г. Огнестрельный остеомиелит. СПб.: Морсар АВ; 2000:144.
- Shapovalov VM, Ovdenko AG. Gunshot osteomyelitis. Saint Petersburg: Morsar AV; 2000:144. (In Russ.).
9. Пятаков С.Н., Порханов В.А., Бенсман В.М. и др. Изучение клинической эффективности метода дозированной тканевой дистракции при лечении дефектов мягких тканей различной этиологии в области нижних конечностей. *Инновационная медицина Кубани*. 2019;14(2):36–44. <http://doi.org/10.35401/2500-0268-2019-14-2-36-44>
- Pyatakov SN, Porhanov VA, Bensman VM, et al. Study of the dosing tissue distraction clinical efficacy in the soft tissue defects treatment of various etiologies in the lower extremities. *Innovative Medicine of Kuban*. 2019;14(2):36–44. (In Russ.). <http://doi.org/10.35401/2500-0268-2019-14-2-36-44>
10. Кузин М.И., Костюченко Б.М. Раны и раневая инфекция. Руководство для врачей. М.: Медицина; 1990:593.
- Kuzin MI, Kosyuchenok BM. Wounds and wound infection. Guidelines for doctors. Moscow: Medicine; 1990:593. (In Russ.).
11. Гринев М.В. Технические возможности мышечной пластики остеомиелитических полостей. *Вестник хирургии*. 1964;6:130–139.
- Grinev MV. Technical possibilities of muscular plastics of osteomyelitic cavities. *Bulletin of Surgery*. 1964;6:130–139. (In Russ.).
12. Urist MR, McLean FC. Recent advances in physiology of bone. *J Bone Joint Surg*. 1963;45:1305–1313. PMID: 14078540.
13. Пекшев А.В. Использование кровоснабжаемых кожно-костных лоскутов при лечении остеомиелита костей стопы и нижней трети голени: дис. ... канд. мед. наук. Томск; 2005:144.
- Pekshev AV. *The use of blood-supplied skin and bone flaps in the treatment of osteomyelitis of the foot bones and lower part of the leg*. Dissertation. Tomsk; 2005:144. (In Russ.).
14. Родоманова Л.А., Полькин А.Г. Реконструктивная микрохирургия верхней конечности. *Травматология и ортопедия России*. 2006;4:15–19.
- Rodomanova LA, Polkin AG. Reconstructive microsurgery of the upper limbs. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2006;4:15–19. (In Russ.).
15. Делиникайтис С.В., Островский Н.В. Пластика травматических дефектов кожи конечностей. *Лечение сочетанных травм и заболеваний конечностей*. М.: 2003:95–97.
- Delinikaitis SV, Ostrovsky NV. Plastic surgery of the skin traumatic defects of the extremities. *Treatment of combined injuries and diseases of the extremities*. Moscow: 2003:95–97. (In Russ.).
16. Кутянов Д.И. Использование технологий реконструктивно-пластической микрохирургии в системе лечения больных с патологией крупных суставов и околоуставных структур конечностей: дис. ... д-ра мед. наук. СПб.; 2014:386.
- Kutyantov DI. *The use of technologies of reconstructive plastic microsurgery in the process of treatment of patients with pathology of large joints and periarticular structures of the extremities*. Dissertation. Saint Petersburg; 2014:386. (In Russ.).
17. Tsai J, Liao HT, Wang PF, et al. Increasing the success of reverse sural flap from proximal part of posterior calf for traumatic foot and ankle reconstruction: patient selection and surgical refinement. *Microsurgery*. 2013;33(5):342–349. PMID: 23653382. <http://doi.org/10.1002/micr.22099>
18. Pontén B. The fasciocutaneous flap: its use in soft tissue defects of the lower leg. *Br J Plast Surg*. 1981;34:215–220. PMID: 7236984. [http://doi.org/10.1016/s0007-1226\(81\)80097-5](http://doi.org/10.1016/s0007-1226(81)80097-5)
19. Tolhurst DE, Haeseker B, Zeeman RJ. The development of the fasciocutaneous flap and its clinical applications. *Plast Reconstr Surg*. 1983;71(5):597–606. PMID: 6836058. <http://doi.org/10.1097/00006534-198305000-00001>
20. Niranjan NS, Price RD, Govilkar P. Fascial feeder and perforator-based V-Y advancement flaps in the reconstruction of lower limb defects. *Br J Plast Surg*. 2000;53(8):679–89. PMID: 11090325. <http://doi.org/10.1054/bjps.2000.3428>
21. Nakajima H, Fujino T, Adachi S. A new concept of vascular supply to the skin and classification of skin flaps according to their vascularization. *Ann Plast Surg*. 1986;16(1):1–19. PMID: 3273007. <http://doi.org/10.1097/00000637-198601000-00001>
22. Cormack GC, Lamberty BGH. *The arterial anatomy of skin flaps*. Edinburgh: Churchill Livingstone; 1986:536.
23. Hallock GG. *Fasciocutaneous Flaps*. Boston: Blackwell Scientific Publications; 1992.
24. Blondeel PN, Morris SF, Hallock GG, et al. *Perforator flaps. Anatomy, technique and clinical applications*. Missouri: Quality Medical Publishing; 2013:1096.
25. Taylor GI, Palmer JH, McManamny D (eds). *The vascular territories of the body (angiosomes) and their clinical applications*. Philadelphia: WB Saunders; 1990.
26. Taylor GI, Aston SJ, Beasley RW, et al (eds). *The blood supply of the skin. Grabb and Smith's Plastic Surgery*. Philadelphia: Lippincott-Raven; 1997:1156.
27. Morris SF, Tang M, Almutairi K, et al. The anatomic basis of perforator flaps. *Clin Plast Surg*. 2010;37(4):553–570. PMID: 20816512. <http://doi.org/10.1016/j.cps.2010.06.006>
28. Hyakusoku H, Yamamoto T, Fumiiri M. The propeller flap method. *Br J Plast Surg*. 1991;44(1):53–54. PMID: 1993239. [http://doi.org/10.1016/0007-1226\(91\)90179-n](http://doi.org/10.1016/0007-1226(91)90179-n)
29. Hallock GG. The propeller flap version of the adductor muscle perforator flap for coverage of ischial or trochanteric pressure sores. *Ann Plast Surg*. 2006;56(5):540–542. PMID: 16641632. <http://doi.org/10.1097/01.sap.0000210512.81988.2b>
30. Teo TC. The propeller flap concept. *Clin Plast Surg*. 2010;37(4):615–626. PMID: 20816517. <http://doi.org/10.1016/j.cps.2010.06.003>
31. Wallace CG, Kao HK, Jeng SF, et al. Free-style flaps: a further step forward for perforator flap surgery. *Plast Reconstr Surg*. 2009;124:e419–e426. PMID: 19952709. <http://doi.org/10.1097/PRS.0b013e3181bcbf189>
32. Hallock GG. A paradigm shift in flap selection protocols for zones of the lower extremity using perforator flaps. *J Reconstr Microsurg*. 2013;29(4):233–240. PMID: 23463497. <http://doi.org/10.1055/s-0032-1328919>
33. Guerra AB, Gill PS, Trahan CG, et al. Comparison of bacterial inoculation and transcutaneous oxygen tension in the rabbit SI perforator and latissimus dorsi musculocutaneous flaps. *J Reconstr Microsurg*. 2005;21(2):137–143. PMID: 15739152. <http://doi.org/10.1055/s-2005-864848>
34. Misra A, Niranjan NS. Fasciocutaneous flaps based on fascial feeder and perforator vessels for defects in the

patellar and peripatellar regions. *Plast Reconstr Surg.* 2005;115(6):1625–1632. PMID: 15861067. <http://doi.org/10.1097/01.prs.0000161255.33398.bf>

35. Papaioannou K, Lallios S, Mavrogenis A, et al. Unilateral or bilateral V-Y fasciocutaneous flaps for the coverage of soft tissue defects following total knee arthroplasty. *J Orthop Surg Res.* 2010;5:82. PMID: 21050437. PMCID: PMC2988015. <http://doi.org/10.1186/1749-799X-5-82>

Сведения об авторах

Румянцев Дмитрий Олегович, врач травматолог-ортопед травматолого-ортопедического гнойного отделения № 2, Ставропольская краевая клиническая больница (Ставрополь, Россия). <https://orcid.org/0000-0002-1015-7509>

Воротников Александр Анатольевич, д. м. н., профессор, заведующий кафедрой травматологии и ортопедии, Ставропольский государственный медицинский университет (Ставрополь, Россия). <https://orcid.org/0000-0002-2453-3675>

Айрапетов Георгий Александрович, д. м. н., доцент кафедры травматологии и ортопедии, Ставропольский государственный

медицинский университет (Ставрополь, Россия). <https://orcid.org/0000-0001-7507-7772>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Author credentials

Dmitry O. Rumyantsev, Orthopedic traumatologist, Traumatological and Orthopedic Purulent Department no. 2, Stavropol Regional Clinical Hospital (Stavropol, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0002-1015-7509>

Alexander A. Vorotnikov, Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Traumatology and Orthopedics, Stavropol State Medical University (Stavropol, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0002-2453-3675>

Georgy A. Airapetov, Dr. Sci. (Med.), Associate Professor, Department of Traumatology and Orthopedics, Stavropol State Medical University (Stavropol, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0001-7507-7772>

Conflict of interest: none declared.



Интраоперационная лучевая терапия в лечении раннего рака молочной железы. От прошлого к будущему

© И.С. Чумаченко*, Р.А. Мурашко, А.А. Кешабян

Клинический онкологический диспансер № 1, Краснодар, Россия

* И.С. Чумаченко, Клинический онкологический диспансер № 1, 350040, Краснодар, ул. Димитрова, 146, appchumachenko@mail.ru

Поступила в редакцию 26 ноября 2021 г. Исправлена 15 декабря 2021 г. Принята к печати 24 декабря 2021 г.

Резюме

В статье рассматривается опыт применения интраоперационной лучевой терапии в лечении больных раком молочной железы на ранней стадии, а также пути развития данного направления с точки зрения перспектив (улучшения качества лечения, снижения выраженности побочных эффектов, отсутствия влияния на соседние органы) и рисков (вероятности локального рецидивирования) для пациентов.

Ключевые слова: рак молочной железы, интраоперационная лучевая терапия, лучевая терапия, парциальное облучение

Цитировать: Чумаченко И.С., Мурашко Р.А., Кешабян А.А. Интраоперационная лучевая терапия в лечении раннего рака молочной железы. От прошлого к будущему. *Инновационная медицина Кубани*. 2022;(1):77–82. <https://doi.org/10.35401/2500-0268-2022-25-1-77-82>

Intraoperative radiation therapy in the treatment of breast cancer. From the past to the future

© Igor S. Chumachenko*, Roman A. Murashko, Arthur A. Keshabyan

Clinical Oncology Dispensary no. 1, Krasnodar, Russian Federation

* Igor S. Chumachenko, Clinical Oncology Dispensary no. 1, 146, Dimitrova str., Krasnodar, 350040, appchumachenko@mail.ru

Received: November 26, 2021. Received in revised form: December 15, 2021. Accepted: December 24, 2021.

Abstract

This article discusses the experience of using intraoperative radiation therapy in the treatment of patients with breast cancer, as well as the prospects for the development of this area in terms of benefits (improved therapy effect, reduced severity of side effects, no effect on adjacent organs) and risks (the possibility of local recurrence) for patients.

Keywords: breast cancer, intraoperative radiation therapy, radiation therapy, partial irradiation

Cite this article as: Chumachenko I.S., Murashko R.A., Keshabyan A.A.. Intraoperative radiation therapy in the treatment of breast cancer. From the past to the future. *Innovative Medicine of Kuban*. 2022;(1):77–82. <https://doi.org/10.35401/2500-0268-2022-25-1-77-82>

Введение

Ежегодно в мире выявляется более 2 млн новых случаев заболевания раком молочной железы (РМЖ). В общей структуре всех злокачественных новообразований этот показатель составляет от 10 до 18% [1]. В России каждый год диагностируется более 65 тыс. случаев РМЖ [2]. Широкое использование маммографии привело к значительному повышению числа больных с диагностированными ранними стадиями заболевания и увеличению количества органосохраняющих операций [3].

Продолжается поиск высокотехнологичных подходов к лечению РМЖ, позволяющих повысить эффективность лечения, уменьшить количество рецидивов, быстрее восстановить трудоспособность у больных ранним РМЖ. Парциальное облучение молочной

железы, с одной стороны, позволяет существенно снизить радиационную нагрузку на нормальные ткани, в том числе на миокард, коронарные сосуды, легкие, а с другой стороны, дает возможность существенно сократить длительность лучевой терапии. Сокращение продолжительности лечения особенно важно при терапии пожилых больных, работающих женщин и тех, кто живет на значительном удалении от места проводимого лучевого лечения [4–6, 10].

В последние годы стремительно растет популярность методов парциальной лучевой терапии, при которой больным ранним РМЖ после органосохраняющей операции (ОСО) проводится частичное облучение молочной железы, ограниченное ложем опухоли и зоной 1–2 см окружающих тканей. Интраоперационная лучевая терапия (ИОЛТ) является одной из таких методик.



Основными ее преимуществами являются прицельное облучение тканей молочной железы, отсутствие облучения кожи, вследствие чего уменьшается риск развития постлучевых осложнений. Это приводит к лучшим косметическим результатам, чем при традиционном подходе. Применение ИОЛТ обосновано тем, что более 85–90% локальных рецидивов после ОСО происходят в 1–2 см от ложа удаленной первичной опухоли и в области послеоперационного рубца [7–9, 12]. Частота локального рецидива в оставшейся ткани молочной железы не превышает 4% [9, 11]. Все это определяет необходимость усиленного локального воздействия на данную область и вызывает практический интерес к облучению ограниченного объема молочной железы [7, 9].

Среди несомненных достоинств комбинации хирургического лечения РМЖ с ИОЛТ является снижение длительности и стоимости лечения за счет выраженного сокращения продолжительности лучевой терапии. При этом выполнение ИОЛТ незначительно увеличивало продолжительность хирургического этапа лечения. Следует отметить, что прямая визуализация ложа опухоли во время операции обеспечивает условия для точного определения границ ложа удаленной опухоли и, несомненно, является существенным преимуществом ИОЛТ [5].

Основная часть

Первые упоминания о парциальной лучевой терапии в базе PubMed встречаются в 1979 г., значимый рост количества исследований наблюдался после 2002 г., а пик научного интереса приходится на 2015–2020 гг.

Сегодня специалисты всего мира применяют различные методы парциального облучения ложа опухоли.

ИОЛТ – метод лучевой терапии, при котором однократная высокая доза ионизирующего излучения подводится к «мишени», представляющей собой ложе удаленной опухоли, непосредственно во время операции.

ИОЛТ характеризуется следующими особенностями: облучение однократное и единовременное, доза значительная, направление воздействия – конкретная мишень. Кроме того, мишенью могут стать здоровые ткани в том участке, куда наиболее часто метастазирует новообразование [14–16]. При этом вся доза называется «бустовой», подводится за 1 сеанс облучения и ограничивается толерантностью окружающих, здоровых и функционирующих тканей [17, 18]. Кроме того, ИОЛТ нередко используется как вариант дополнительного (“boost”) облучения ложа удаленной опухоли перед предстоящей стандартной дистанционной лучевой терапией. Суммарно на оставшиеся ткани молочной железы и зоны регионарного метастазирования в общей дозе до 50 Гр [15]. В клинической практике

при интраоперационном облучении наиболее часто применяется разовая очаговая доза в 21 Гр, подобно исследованию ELIOT [9]. Интересно, что в европейских центрах ИОЛТ в качестве дополнительного облучения при РМЖ используется у 47,8% пациенток [16].

С учетом того что данное лечение проводится на открытых тканях в процессе оперативного вмешательства, идентификация и четкая визуализация того объема, который необходимо облучить, обычно не представляет трудности. Кроме того, становится возможным достаточно качественное экранирование критических органов от облучения и минимизация воздействия на них [13, 17, 18].

Проведение интраоперационного облучения также может быть реализовано методом высокодозной брахитерапии, мобильного линейного ускорителя или установок, использующих фотоны. Прицельное парциальное облучение (PB-IORT) сочетает, с одной стороны, высокодозную брахитерапию, с другой – КТ-визуализацию [4].

Вчера

Впервые рентгеновские лучи непосредственно в самом процессе оперативного вмешательства в Европе были применены в самом начале XX века [19]. В России впервые данную технологию использовал отечественный врач В.М. Зыков в 1913 г. во время нерадикальных оперативных вмешательств на лимфатических путях в области шеи. Постепенно эта методика нашла более широкое применение и ее осуществляли при терапии злокачественных новообразований брюшной и грудной полостей, а также головы и шеи. К современности приблизил методику М. Abe во второй половине XX века, дополнив некоторыми новыми технологиями и алгоритмами вмешательства [24].

ИОЛТ имеет достаточную доказательную базу в отношении ее применения в терапии РМЖ. Это показывают два наиболее крупных исследования, посвященные этом вопросу, – TARGIT и ELIOT. Пациенты для участия в этих проспективных мультицентровых исследованиях проходили тщательный отбор по критериям включения, период наблюдения составил не менее 5 лет [13, 25]. Однако исследование ELIOT выявило больший риск развития локального рецидива у тех, кто получал ИОЛТ, по сравнению с облучением всей молочной железы [26].

Сегодня

Интраоперационное лучевое воздействие назначается группе больных, в которую входят пациенты со злокачественными новообразованиями молочной железы I–II стадии (по классификации TNM: $T_{1-2}N_{0-1}M_0$) [27]. За счет времени, которое необходимо на проведение сеанса облучения, продолжительность оперативного вмешательства незначительно увеличивается.

В исследовании TARGIT сравнивались частота местных рецидивов, показатели общей и канцер-ассоциированной летальности в основной группе пациентов (1721 человек), которым проводилась ИОЛТ на рентгеновском аппарате Intrabeam (ортовольтное облучение) и в контрольной группе (1730 больных), где осуществлялась адъювантная дистанционная лучевая терапия (ДЛТ) по общепринятой методике. Риск локального рецидива после ИОЛТ и ДЛТ составил 3,3 и 1,3% соответственно ($p = 0,042$), канцер-ассоциированная пятилетняя летальность – 2,6 и 1,9% соответственно ($p = 0,56$). При этом обращает на себя внимание значительно меньшая летальность, не связанная с основным заболеванием (от сердечно-сосудистых заболеваний и других метастатических злокачественных опухолей) в основной группе – 1,4%, в контрольной – 3,5% [22].

В исследовании опухолей с трижды негативным биологическим подтипом и с низкой степенью дифференцировки описана более высокая частота возникновения рецидивов после ИОЛТ [28]. Кроме того, данный эффект сохраняется и при первичном комбинированном вмешательстве по поводу местно-распространенного процесса. Однако даже в этих случаях пятилетние показатели локального контроля превышают 95% [29]. Важным является вопрос о применении метода ИОЛТ, заключающегося в воздействии на ложе опухоли радиацией в высоких дозах, что при прямой визуализации обеспечивает стойкое подавление основного опухолевого очага, а также девитализацию оставшихся микрометастазов. Это связано с тем, что высокодозное интраоперационное облучение вызывает ингибирование пролиферативных процессов [30].

В исследовании L. König (2019) отражены результаты ретроспективного анализа, проведенного в период с 2014 по 2018 г. (количество пациентов, включенных в исследование, составляло 157 человек), целью которого стала оценка влияния проведенной ИОЛТ у больных раком молочной железы (токсичность лучевой терапии) и ранней онкологической выживаемости. После облучения у 26% пациентов были зарегистрированы серомы и гематомы 1–2-й степеней тяжести, менее чем у 1% – 3-й степени. Раневая инфекция развилась у 2,2% больных, а несостоятельность послеоперационной раны наблюдалось менее чем у 2%. Наиболее распространенным осложнением (90%) стал острый лучевой дерматит. Общая двухлетняя выживаемость составила более 97%, без прогрессирования – более 2,5%. При этом локальные рецидивы и развитие рака другой молочной железы через 3 года составили не более 3%. Так, на основании приведенных данных авторы делают вывод о том, что ИОЛТ безопасна и имеет низкую токсичность [31].

Другое исследование, выполненное в 2019 г. E.R. Fisher и соавт., подчеркивает такие преимущества

облучения в процессе операции, как высокая эффективность при лечении раннего РМЖ, а также малое количество побочных эффектов. По мнению авторов, ИОЛТ может стать хорошим альтернативным вариантом стандартной дистанционной лучевой терапии у больных с ранними стадиями рака молочной железы [8].

F. Sedlmayer и соавт. в 2017 г. опубликовали исследование, в котором утверждают, что облучение в процессе операции обладает очевидными преимуществами. Оно является более точным и несет лучший косметический результат за счет отсутствия воздействия на кожу, а также не приносит дополнительного дискомфорта пациенту, поскольку проводится в рамках одной манипуляции (операции) [29]. С другой стороны, при ИОЛТ обеспечивается прямая визуализация области, на которую применяется облучение (ложе опухоли), что гарантирует точность последнего. Кроме того, это важно для успеха первичных методов реконструкции, поскольку облучение проводится до того, как оставшиеся ткани железы, в т. ч. ложе опухоли, мобилизуются для пластических целей. Лечение при этом локальное, кожа не облучается, вследствие этого не развиваются такие осложнения, как эритема, дерматиты (сухие/влажные), нет отека и гиперемии тканей. Все это способствует скорейшему заживлению послеоперационной раны и улучшает итоговый косметический результат [29].

Иногда облучения в процессе операции недостаточно и оно может быть дополнено послеоперационной лучевой терапией. Это позволяет добиться не только подавления опухолевого процесса, но также уменьшить продолжительность адъювантного лучевого воздействия [35].

Представляют интерес результаты крупного проспективного рандомизированного исследования, в котором было проведено сравнение интраоперационного облучения с ДЛТ. Одно из наиболее значимых – международное многоцентровое рандомизированное контролируемое исследование NSABP B-39. Работа проведена для того, чтобы выявить преимущества протокола TARGIT, по сравнению с ДЛТ у больных РМЖ на ранних стадиях. Общее количество пациентов составило 2298, в группе ИОЛТ пятилетний риск локального рецидивирования составлял 2,1%, а в группе ДЛТ – 1,1%, что не имеет статистически значимых различий [32].

Отсутствие локальных рецидивов у пациенток с ранним люминальным А подтипом РМЖ свидетельствует о возможности проведения ОСО в сочетании с ИОЛТ в этой группе больных. Однако для принятия решения о возможности широкого клинического использования ИОЛТ киловольтным пучком требуются более длительные сроки наблюдения [6, 25].

Стандартная ДЛТ молочной железы до настоящего момента остается основным методом терапии

при ведении пациентов с РМЖ на ранних стадиях после органосохраняющей операции. Но количество и частота возникновения нежелательных эффектов и длительность самого облучения, а также необходимость продолжительной госпитализации вынуждают рассматривать интраоперационное облучение как альтернативу «золотому» стандарту [33].

Описан опыт повторного применения ИОЛТ при рецидиве РМЖ на ипсилатеральной стороне. Более того, представлены данные о том, что возможна повторная ОСО с интраоперационным облучением после ДЛТ в анамнезе [33].

С другой стороны, ИОЛТ может стать единственным возможным методом облучения, когда проведение ДЛТ недопустимо. Так, при наличии кардиостимулятора, болезни Паркинсона, кардиоваскулярной патологии применение тотальной лучевой терапии на область молочной железы запрещено [22].

В исследовании M.R. Keshtgar 31 пациент получил ИОЛТ вместо ДЛТ по причине отягощенного соматического статуса. Причинами выбора стали системная красная волчанка, неврологические заболевания (болезнь Паркинсона, болезнь двигательных нейронов). У некоторых пациентов присутствовало ожирение, кардиоваскулярная и/или пульмонологическая патология, болезнь Бехтерева. Помимо того, 28 больным была проведена ИОЛТ вместо ДЛТ по их собственному желанию. Медиана наблюдения составила 3 года и 2 месяца. За этот срок было зарегистрировано только 2 локальных рецидива. Годовой показатель риска составил менее 1% (0,75%) [17, 35].

Таким образом, в случае если проведение дистанционной ЛТ не представляется возможным, интраоперационное облучение может стать приемлемой альтернативой для определенных категорий больных.

Завтра

Несмотря на хорошую изученность и наличие доказательной базы для ИОЛТ, технология требует дальнейшего исследования и совершенствования. Подведение точной локальной дозы к опухоли не всегда возможно, не всегда могут быть спрогнозированы анатомические особенности пациента. Отдаленные результаты терапии и их оценка требуют дополнительного анализа [36, 37].

Существенной проблемой остаются трудности с дозиметрическим планированием, которое технически является одним из наиболее сложных этапов при проведении интраоперационного облучения. Цель такого планирования – облучение всего целевого объема тканей в адекватной дозе при обеспечении минимальной радиационной нагрузки на окружающие ткани [13]. Основное отличие ИОЛТ от ДЛТ состоит в том, что в первом случае терапевтический пучок лучей создается вне тканей организма пациента,

во втором случае позиционирование излучателя должно происходить в операционном поле. В связи с этим система-планировщик должна включать не только приспособление для инициирования интраоперационного облучения, но и устройство для клинической дозиметрии.

Данная проблема может быть нивелирована путем заблаговременной 3D-визуализации ложа опухоли и критических органов и предварительного планирования положения излучателя. Это реализуется путем проведения КТ- или МРТ-исследования перед операцией [38].

Вторая проблема – невозможность идеального воспроизведения анатомии каждого конкретного пациента и точного позиционирования излучателя.

Кроме того, интраоперационное облучение должно быть только частью мультидисциплинарного подхода к лечению РМЖ. Его применение возможно только в крупных многопрофильных онкологических стационарах, где есть возможность дополнить лечение дистанционной лучевой и химиотерапией.

Недостаток рандомизированных клинических исследований часто считается фактором, который ограничивает возможности распространения ИОЛТ как методики эффективного лечения РМЖ. Такой дефицит обусловлен не только техническими, но и организационными сложностями проведения интраоперационной лучевой терапии. Однако с ростом количества крупных центров онкологического профиля, повышением качества медицинской помощи, обновлением парка оборудования и ростом компетентности специалистов представляется, что ИОЛТ получит более широкое распространение [37].

Заключение

Следует отметить, что парциальное лучевое воздействие на молочную железу имеет достаточное количество преимуществ. С одной стороны, оно дает возможность значительно уменьшить радиационную нагрузку на здоровые окружающие ткани, в том числе на миокард, коронарные сосуды, легкое, а с другой стороны, сокращает время проведения лучевой терапии, что важно для многих категорий больных [37]. Снижение радиационной нагрузки на кожу и подкожную клетчатку является важным условием для улучшения косметических результатов лучевой терапии, в частности для уменьшения вероятности возникновения телеангиоэктазий, гиперпигментации кожных покровов, случаев жирового некроза, локализованного фиброза [38, 39]. Кроме того, ИОЛТ снижает экономические затраты на лечение больных РМЖ. Таким образом, ИОЛТ является эффективным и достаточно безопасным элементом комбинированного лечения РМЖ начальных стадий.

Литература/References

1. Forman D, Bray F, Brewster DH, et al. Cancer Incidence in Five Continents: Inclusion criteria, highlights from Volume X and the global status of cancer registration. *Int J Cancer*. 2015;137(9):2060–2071. PMID: 26135522. <http://doi.org/10.1002/ijc.29670>
2. Мерабишвили В.М. *Онкологическая служба Санкт-Петербурга (оперативная отчетность за 2011–2012 годы, углубленная разработка базы данных регистра по международным стандартам). Популяционный раковый регистр (IACR № 221), том 18*. Под ред. В.М. Колабутина, А.М. Беляева. СПб: Издательско-полиграфическая компания «КОСТА»; 2013;364.
- Merabishvili VM. *Cancer Control in St. Petersburg (operative report for 2011–2012, precise elaboration of registry's database by international standards). Population-based Cancer Registry (IACR no. 221) Sci. publ. no. 18*. Eds. Kolabutina VM, Belyaeva AM. Saint Petersburg: LLC "Publishing and printing company 'COSTA'; 2013;364. (In Russ.).
3. Чёрная А.В., Канаев С.В., Новиков С.Н. и др. Маммография и маммосцинтиграфия с 99м TC-MIBI в диагностике мультицентричного рака молочной железы. *Вопросы онкологии*. 2017;63(2):274–280. <https://doi.org/10.37469/0507-3758-2017-63-6-876-881>
- Chernaya AV, Kanaev SV, Novikov SN, et al. Mammography and mammoscintigraphy with 99m TC-MIBI in the detection of multicentric breast cancer. *Questions of Oncology*. 2017;63(2):274–280. (In Russ.). <https://doi.org/10.37469/0507-3758-2017-63-6-876-881>
4. Polgar C, Fodor J, Major T, et al. Breast-conserving therapy with partial or whole breast irradiation: ten-year results of the Budapest randomized trial. *Radiother Oncol*. 2013;108(2):197–202. PMID: 23742961. <https://doi.org/10.1016/j.radonc.2013.05.008>
5. Polgar C, Ott OJ, Hildebrandt G, et al. Late side effects and cosmetic results of accelerated partial breast irradiation with interstitial brachytherapy versus whole-breast irradiation after breast conserving surgery for low-risk invasive and in situ carcinoma of the female breast: 5-year results of a randomised, controlled, phase 3 trial. *Lancet Oncol*. 2017;18(2):259–268. PMID: 28094198. [https://doi.org/10.1016/S1470-2045\(17\)30011-6](https://doi.org/10.1016/S1470-2045(17)30011-6)
6. Чумаченко И.С., Мурашко Р.А., Кешабян А.А. и др. Результаты органосохраняющего лечения рака молочной железы с применением интраоперационной лучевой терапии. *Опухоли женской репродуктивной системы*. 2021;17(3):16–23. <https://doi.org/10.17650/1994-4098-2021-17-3-16-23>
- Chumachenko IS, Murashko RA, Keshabyan AA, et al. Results of organ-preserving treatment of breast cancer using intraoperative radial therapy. *Tumors of female reproductive system*. 2021;17(3):16–23. (In Russ.). <https://doi.org/10.17650/1994-4098-2021-17-3-16-23>
7. Veronesi U, Luini A, Vecchio M, et al. Radiotherapy after breast-preserving surgery in women with localized cancer of the breast. *N Engl J Med*. 1993;328(22):1587–1591. PMID: 8387637. <https://doi.org/10.1056/NEJM199306033282202>
8. Fisher ER, Anderson S, Redmond C, et al. Ipsilateral breast tumor recurrence and survival following lumpectomy and irradiation: pathological findings from NSABP protocol B-06. *Semin Surg Oncol*. 1992;8(3):161–166. PMID: 1496227.
9. Holland R, Veling SH, Mravunac M, et al. Histologic multifocality of Tis, T1–2 breast carcinomas. Implications for clinical trials of breast-conserving surgery. *Cancer*. 1985;56(5):979–990. PMID: 2990668. [https://doi.org/10.1002/1097-0142\(19850901\)56:5%3C979::aid-cnrcr2820560502%3E3.0.co;2-n](https://doi.org/10.1002/1097-0142(19850901)56:5%3C979::aid-cnrcr2820560502%3E3.0.co;2-n)
10. Брянцева Ж.В., Акулова И.А., Новиков С.Н. и др. Внутритканевая брахитерапия источниками высокой мощности дозы в лечении больных раком молочной железы. *Онкологический журнал: лучевая диагностика, лучевая терапия*. 2019;2(4):26–34. <http://doi.org/10.37174/2587-7593-2019-2-4-26-34>
- Bryantseva ZV, Akulova IA, Novikov SN, et al. High Dose Rate Brachytherapy in Treatment of Breast Cancer Patients. *Journal of oncology: diagnostic radiology and radiotherapy*. 2019;2(4):26–34. (In Russ.). <https://doi.org/10.37174/2587-7593-2019-2-4-26-34>
11. Bartelink H, Horiot JC, Poortmans PM, et al. Impact of a higher radiation dose on local control and survival in breast-conserving therapy of early breast cancer: 10-year results of the randomized boost versus no boost EORTC 22881–10882 trial. *J Clin Oncol*. 2007;25(22):3259–3265. PMID: 17577015. <https://doi.org/10.1200/jco.2007.11.4991>
12. Faverly DR, Hendriks JH, Holland R. Breast carcinomas of limited extent: frequency, radiologic-pathologic characteristics, and surgical margin requirements. *Cancer*. 2001;91:647–659. PMID: 11241230. [https://doi.org/10.1002/1097-0142\(20010215\)91:4<647::aid-cnrcr1053>3.0.co;2-z](https://doi.org/10.1002/1097-0142(20010215)91:4<647::aid-cnrcr1053>3.0.co;2-z)
13. Veronesi U, Orecchia R, Maisonneuve P, et al. Intraoperative radiotherapy versus external radiotherapy for early breast cancer (ELIOT): a randomized controlled equivalence trial. *Lancet Oncol*. 2013;14:1269–1277. PMID: 24225155. [https://doi.org/10.1016/S1470-2045\(13\)70497-2](https://doi.org/10.1016/S1470-2045(13)70497-2)
14. Захарова Н.А., Семглазов В.Ф., Даффи С.В. Скрининг рака молочной железы: проблемы и решения. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2011;176.
- Zakharova NA, Semiglazov VF, Duffy SW. Screening of the mammary gland cancer. Moscow: GEOTAR-Media; 2011;176. (In Russ.).
15. Семглазов В.Ф. Скрининг для раннего выявления рака молочной железы. *Медицинский альманах*. 2008;4:63–65.
- Semiglazov VF. Screening for early diagnostics of breast cancer. *Medical almanac*. 2008;4:63–65. (In Russ.).
16. Семглазов В.Ф., Семглазов В.В. Скрининг рака молочной железы. *Практическая онкология*. 2010;11(2):60–65.
- Semiglazov VF, Semiglazov VV. Screening of mammary gland cancer. *Practical Oncology*. 2010;11(2):60–65. (In Russ.).
17. Willich N. Technical and methodical developments of radiation oncology from a physician's point of view. *Strahlenther Onkol*. 2012;188(3):253–262. PMID: 22895626. (In German). <https://doi.org/10.1007/s00066-012-0190-4>
18. Скоропад В.Ю., Бердов Б.А. История и современное состояние клинического использования интраоперационной лучевой терапии у больных раком желудка. *Российский онкологический журнал*. 1998;5:55–58.
- Skoropad VYu, Berdov BA. The history and modern state of clinical usage of the intraoperative radiation therapy in patients with stomach cancer. *Russian Journal of Oncology*. 1998;5:55–58. (In Russ.).
19. Kulcenty K, Piotrowski I, Wróblewska JP, et al. The Composition of Surgical Wound Fluids from Breast Cancer Patients is Affected by Intraoperative Radiotherapy Treatment and Depends on the Molecular Subtype of Breast Cancer. *Cancers*. 2020;12(1):124–132. PMID: 31861498. PMID: PMC7016654. <https://doi.org/10.3390/cancers12010011>
20. Krengli M, Sedlmayer F, Calvo FA, et al. ISORT pooled analysis 2013 update: clinical and technical characteristics of intraoperative radiotherapy. *Transl Cancer Res*. 2014;3(1):48–58. <http://doi.org/10.3978/j.issn.2218-676X.2014.01.02>
21. Kusters M, Valentini V, Calvo FA, et al. Results of European pooled analyses of IORT-containing multimodality treatment for locally advanced rectal cancer: adjuvant chemotherapy prevents local recurrence rather than distant metastases. *Ann Oncol*. 2010;21:1279–1284. <https://doi.org/10.1093/annonc/mdp501>
22. Valentini V, Calvo F, Reni M, et al. Intra-operative radiotherapy (IORT) in pancreatic cancer: joint analysis of the ISORT-Europe experience. *Radiother Oncol*. 2009;9:54–59. PMID: 18762346. <https://doi.org/10.1016/j.radonc.2008.07.020>

23. Comas C, Prio A. Irradiation roentgen preventive intraabdominal, après l'intervention chirurgicale dans un cas de cancer de l'uterus. *Congres International d'Electrologie, Imprinta Francesca Badia, Barcelona 1906*. (In French).
24. Abe M, Fukuda M, Yamano K, et al. Intra-Operative Irradiation in Abdominal and Cerebral Tumours. *Acta Radiol Ther Phys Biol*. 1971;10(4):408–416. PMID: 4107080. <https://doi.org/10.3109/02841867109130786>
25. Vaidya JS, Wenz F, Bulsara M, et al. Risk-adapted targeted intraoperative radiotherapy versus whole breast radiotherapy for breast cancer: 5-year results for local control and overall survival from the TARGIT-A randomized trial. *Lancet*. 2014;383(9917):603–613. PMID: 24224997. [http://doi.org/10.1016/S0140-6736\(13\)61950-9](http://doi.org/10.1016/S0140-6736(13)61950-9)
26. Chirag Sh. Intraoperative Radiation Therapy for Breast Cancer: Are We There Yet? *Ann Surg Oncol*. 2021;28:20–22. PMID: 33206264. <https://doi.org/10.1245/s10434-020-09356-y>
27. Harris E, Small WJr. Intraoperative Radiotherapy for Breast Cancer. *Front Oncology*. 2017;22:310–317. <https://doi.org/10.3389/fonc.2017.00317>
28. Elizabeth O, Martin CT, Bindu VM, et al. Outcomes with intraoperative radiation therapy for early-stage breast cancer. *Breast J*. 2020;26(3):454–457. PMID: 31562688. <https://doi.org/10.1111/tbj.13574>
29. Sedlmayer F, Reitsamer R, Wenz F, et al. Intraoperative radiotherapy (IORT) as boost in breast cancer. *Radiation Oncology*. 2017;12(1):23–35. PMID: 28103903. PMID: PMC5244574. <https://dx.doi.org/10.1186%2Fs13014-016-0749-9>
30. Пасечникова Е.А., Бодня В.Н., Кадомцев Д.В., и др. Роль интраоперационной лучевой терапии в комплексном лечении рака молочной железы: современное состояние проблемы. *Современные проблемы науки и образования*. 2020;1. <https://doi.org/10.17513/spno.29491>
- Pasechnikova EA, Bodnya VN, Kadomtsev DV, et al. The role of intraoperative radiation therapy in the complex treatment of breast cancer: current state of the problem. *Modern problems of science and education*. 2020;1. (In Russ.). <https://doi.org/10.17513/spno.29491>
31. König L, Lang K, Heil J, et al. Acute Toxicity and Early Oncological Outcomes After Intraoperative Electron Radiotherapy (IOERT) as Boost Followed by Whole Breast Irradiation in 157 Early Stage Breast Cancer Patients – First Clinical Results From a Single Center. *Frontiers in Oncology*. 2019;9:384–394. <https://doi.org/10.3389/fonc.2019.00384>
32. Jacobs DH, Horeweg N, Straver M, et al. Health-related quality of life of early-stage breast cancer patients after different radiotherapy regimes. *Breast Cancer Res Treat*. 2021;189(2):387–398. PMID: 34216316. PMID: PMC8357747. <https://dx.doi.org/10.1007%2Fs10549-021-06314-4>
33. Гринев И.А. *Интраоперационная лучевая терапия у больных раком молочной железы после неoadъювантного лекарственного лечения*: дис. ... канд. мед. наук. СПб.; 2017.
- Grinev IA. *Intraoperative radiation therapy in breast cancer patients after neoadjuvant drug treatment*. Dissertation. Saint Petersburg; 2017. (In Russ.).
34. Трофимова О.П., Ткачев С.И., Хайленко В.А., и др. Лучевая терапия в органосохраняющем лечении больных раком молочной железы – что изменилось? *Онкология*. 2013;2:53–56.
- Trofimova OP, Tkachev SI, Khailenko VA, et al. Radiation therapy in the organ-conserving treatment of patients with early breast cancer – what has changed? *Oncology*. 2013;2:53–56. (In Russ.).
35. Keshtgar MR, Vaidya JS, Tobias JS, et al. Targeted intraoperative radiotherapy for breast cancer in patients in whom external beam radiation is not possible. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 2011;80(1):31–38. PMID: 20646864. <https://doi.org/10.1016/j.ijrobp.2010.01.045>
36. Kaiser J, Reitsamer R, Kopp P, et al. Intraoperative Electron Radiotherapy (IOERT) in the Treatment of Primary Breast Cancer. *Breast Care (Basel)*. 2018;13(3):162–167. PMID: 30069175. PMID: PMC6062668. <https://doi.org/10.1159/000489637>
37. Тер-Ованесов М.Д., Кукош М.Ю. Интраоперационная лучевая терапия: вчера, сегодня, завтра (обзор литературы). *Медицинский алфавит*. 2017;3(35):23–28.
- Ter-Ovanesov MD, Kukosh MYu. Intraoperative radiation therapy: yesterday, today, future. *Medical alphabet*. 2017;3(35):23–28. (In Russ.).
38. Канаев С.В., Новиков С.Н., Брянцева Ж.В. и др. Сравнительный анализ возможностей внутритканевой брахитерапии источниками высокой мощности дозы и облучения электронами при подведении дополнительной дозы облучения на ложе удаленной опухоли молочной железы. *Вопросы онкологии*. 2018;64(3):303–309. <https://doi.org/10.37469/0507-3758-2018-64-3-303-309>
- Kanaev SV, Novikov SN, Bryantsev ZhV, et al. Comparison between high dose rate brachytherapy and electron beam radiation in patients who received additional radiation to the tumor bed of removed breast tumor. *Questions of oncology*. 2018;64(3):303–309. (In Russ.). <https://doi.org/10.37469/0507-3758-2018-64-3-303-309>
39. Акулова И.А., Новиков С.Н., Целуйко А.И. и др. Сравнительный анализ косметических результатов проведенного лечения у пациенток с дополнительным облучением ложа опухоли при раке молочной железы. *Опухоли женской репродуктивной системы*. 2020;16(3):57–66. <http://doi.org/10.17650/1994-4098-2020-16-3-56-66>
- Akulova IA, Novikov SN, Tseluyko AI, et al. Comparison of cosmetic results after treatment in women with breast cancer who received additional radiation to the tumor bed. *Tumors of female reproductive system*. 2020;16(3):57–66. (In Russ.). <http://doi.org/10.17650/1994-4098-2020-16-3-56-66>

Сведения об авторах

Чумаченко Игорь Сергеевич, врач-онколог онкологического отделения № 8, Клинический онкологический диспансер № 1 (Краснодар, Россия). <https://orcid.org/0000-0002-7834-7042>

Мурашко Роман Алексеевич, к. м. н., главный врач, Клинический онкологический диспансер № 1 (Краснодар, Россия). <https://orcid.org/0000-0001-8873-8461>

Кешабян Артур Арамович, к. м. н., заведующий онкологическим отделением № 8, Клинический онкологический диспансер № 1 (Краснодар, Россия). <https://orcid.org/0000-0002-5135-4111>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Author credentials

Igor S. Chumachenko, Oncologist of the Oncology Department no. 8, Clinical Oncology Dispensary no. 1 (Krasnodar, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0002-7834-7042>

Roman A. Murashko, Cand. Sci. (Med.), Chief Physician, Clinical Oncology Dispensary no. 1 (Krasnodar, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0001-8873-8461>

Arthur A. Keshabyan, Cand. Sci. (Med.), Head of the Oncology Department no. 8, Clinical Oncology Dispensary no. 1. (Krasnodar, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0002-5135-4111>

Conflict of interest: none declared.



Прогнозирование синдрома полиорганной недостаточности у новорожденных детей

© А.В. Голомидов^{1*}, Е.В. Григорьев², В.Г. Мозес³, К.Б. Мозес¹

¹ Кузбасская областная клиническая больница им. С.В. Беляева, Кемерово, Россия

² Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний, Кемерово, Россия

³ Кемеровский государственный медицинский университет, Кемерово, Россия

* А.В. Голомидов, Кузбасская областная клиническая больница имени С.В. Беляева, 650066, Кемерово, Октябрьский пр., 22, golomidov.oritn@yandex.ru

Поступила в редакцию 22 декабря 2021 г. Исправлена 21 февраля 2022 г. Принята к печати 24 февраля 2022 г.

Резюме

Существуют несколько направлений прогнозирования синдрома полиорганной недостаточности (СПОН), но почти все они плохо апробированы в неонатологии. Данный обзор литературы представлен для обозначения проблемы объективизации тяжести состояния новорожденных и возможности прогнозирования развития у них СПОН.

Шкалы оценки тяжести СПОН у детей, находящихся в критическом состоянии, разработаны и используются с конца прошлого века, однако их валидация в группе новорожденных сталкивается с определенными трудностями. Прогностические нозоспецифические шкалы: калькулятор NICHD (National Institute of Child Health and Human Development), CRIB II (индекс клинического риска для детей раннего возраста), SNAPPE-II (перинатальная шкала острого состояния новорожденного-II) применяются в неонатологии, однако сравнение их между собой у данной категории пациентов не проводилось.

Теоретические и практические вопросы ближайшей и отдаленной предикции наступления СПОН и его исходов у новорожденных являются перспективным направлением неонатологии, так как позволяют предупредить врача о надвигающейся катастрофе и открывают «окно возможности» для своевременной коррекции лечебной тактики и предупреждения осложнений. Получение различных фенотипов критического состояния и прогнозирование их исходов у детей может обладать хорошим прогностическим потенциалом, однако у новорожденных такие исследования не проводились. Перспективным направлением в предикции СПОН является определение биомаркеров воспаления, среди которых хороший потенциал имеют эндокан, кластер дифференцировки 64, кластер молекулы дифференцировки 11b, «белок панкреатических камней» (PSP), растворимая молекула межклеточной адгезии-1 (sICAM-1), програнулин, неоптерин, резистин (FIZZ3), пресепсин (PCP), но их эффективность в неонатологии еще предстоит исследовать.

Таким образом, прогнозирование этой тяжелой стресс-реакции у детей и новорожденных остается пока не решенной проблемой. В то же время сегодня активно развиваются несколько перспективных научных направлений, которые возможно приведут к увеличению возможностей в прогнозировании СПОН.

Ключевые слова: новорожденные, прогнозирование, синдром полиорганной недостаточности

Цитировать: Голомидов А.В., Григорьев Е.В., Мозес В.Г., Мозес К.Б. Прогнозирование синдрома полиорганной недостаточности у новорожденных детей. *Инновационная медицина Кубани*. 2022;(1):83–89. <https://doi.org/10.35401/2500-0268-2022-25-1-83-89>

Multiple organ dysfunction syndrome prediction in newborn children

© Alexander V. Golomidov^{1*}, Evgeny V. Grigoriev², Vadim G. Moses³, Kira B. Moses¹

¹ Kuzbass Regional Clinical Hospital named after S.V. Belyaev, Kemerovo, Russian Federation

² Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases, Kemerovo, Russian Federation

³ Kemerovo State Medical University, Kemerovo, Russian Federation

* Alexander V. Golomidov, Kuzbass Regional Clinical Hospital named after S.V. Belyaev, Oktyabrsky ave., 22, Kemerovo, 650066, golomidov.oritn@yandex.ru

Received: December 22, 2021. Received in revised form: February 21, 2022. Accepted: February 24, 2022.

Abstract

There are several directions for predicting multiple organ dysfunction syndrome (MODS), but almost all of them are poorly tested in neonatology. This review is presented to indicate the problem of the condition severity objectification of newborns and the possibility of predicting the development of MODS. Scales for assessing the severity of MODS in critically ill children have been developed and used since the end of the last century, but their validation in the newborns faces certain difficulties. Prognostic nosospecific scales: NICHD (National Institute of Child Health and Human Development) calculator, CRIB II (Clinical Risk Index for Babies), SNAPPE-II (Score for Neonatal Acute Physiology with Perinatal Extension II) are used in neonatology, however their comparison in this category of patients has not been carried out.



Theoretical and practical issues of the short-term and long-term prediction of the MODS onset and its outcomes in newborns is a promising area of neonatology, since it allows a doctor to be warned about an impending catastrophe and opens a “window of opportunity” for timely correction of treatment tactics and complications prevention. Obtaining different phenotypes of critical illness and predicting their outcomes in children may have good predictive potential, but such studies have not been conducted in newborns. A promising direction in predicting MODS is the identification of biomarkers of inflammation, among which endocan, cluster of differentiation 64, cluster of differentiation molecules 11b, “pancreatic stone protein” (PSP), soluble intercellular adhesion molecule-1 (sICAM-1), progranulin, neopterin, resistin (FIZZ3, presepsin (PSP)) carry a good potential, but their effectiveness in neonatology is still to be investigated.

Thus, the prediction of MODS in children and newborns remains an unresolved problem. At the same time, several promising scientific directions are actively being developed today, which may lead to a significant breakthrough in predicting MODS in neonatology.

Keywords: newborns, prognosis, multiple organ failure syndrome

Cite this article as: Golomidov A.V., Grigoriev E.V., Moses V.G., Moses K.B. Multiple organ dysfunction syndrome prediction in newborn children. *Innovative Medicine of Kuban*. 2022;(1):83–89. <https://doi.org/10.35401/2500-0268-2022-25-1-83-89>

Синдром полиорганной недостаточности (СПОН) у новорожденных является актуальной проблемой современной неонатологии. СПОН остается ведущей причиной смерти детей в отделениях реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ) и ассоциирован у выживших больных с высокой частотой заболеваемости, органической и функциональной недостаточностью [1].

В отличие от взрослых и детей СПОН у новорожденных недостаточно хорошо изучен, поэтому многие вопросы, касающиеся патофизиологии, предикции, оценки тяжести данного осложнения до последнего времени основывались на исследованиях пациентов из других возрастных групп. Этот феномен во многом обусловлен тем, что СПОН впервые был описан именно у взрослых пациентов, которым развитие технологии искусственной вентиляции легких, инфузионной и сорбционной терапии позволило пролонгировать жизнь в критическом состоянии. Первые упоминания об этом осложнении появились в работе J.J. Skillman (1969), который описал у пациента с острым кровотечением из стрессовой язвы желудка новый синдром, включающий в себя дыхательную недостаточность, гипотонию, сепсис и желтуху [2]. Затем в 1975 г. в своей работе А.Е. Вауес и соавт. дали подробное описание СПОН, выделив последовательность симптомов и показав универсальность развития дыхательной и почечно-печеночной недостаточности в первые 3 дня у ряда умерших пациентов, подвергшихся объемному и агрессивному хирургическому вмешательству. При вскрытии у всех умерших обнаруживались признаки системного воспаления при отсутствии первичного очага инфекции, которые, как посчитали авторы, могут являться триггером СПОН [3]. Термин «полиорганная недостаточность» впервые был предложен В. Eiseman и соавт. в 1977 г., а дефиниции и патогенез системного воспалительного ответа при данном состоянии были сформулированы в работах D.E. Fry [4, 5].

Теоретические и практические вопросы ближайшей и отдаленной предикции наступления СПОН и его исходов у новорожденных являются перспективным направлением неонатологии. Прогнозирование

является инструментом, позволяющим предупредить врача о надвигающейся катастрофе, и открывает «окно возможности» для своевременной коррекции лечебной тактики и предупреждения осложнений. Насколько стоит доверять прогнозу при СПОН? Считается, что точность прогнозирования СПОН в общепопуляционном плане является достаточно высокой, однако исследование E.F. Carlton показало подводные камни данного суждения [6]. Опрос врачей ОРИТ продемонстрировал, что клиницисты предсказывали развитие и прогрессирование СПОН с точностью 80%, однако он развился только у 8% пациентов, поэтому точность во многом была обусловлена истинно отрицательными прогнозами. Положительная прогностическая ценность для прогноза СПОН составила всего 22%, поэтому авторы справедливо подчеркивают необходимость дальнейшего изучения данного научного и практического направления.

Системы прогнозирования СПОН

В настоящее время предложено несколько систем прогнозирования СПОН у детей в ОРИТ, однако вопрос, какая из них лучше подходит для новорожденных остается открытым.

В целом обзоры последних лет показывают высокий потенциал у системы PEWS (Pediatric Early Warning Score), особенно хорошие результаты были получены в странах с недостаточным финансированием здравоохранения [7]. В то же время данная система прогнозирования не апробирована в неонатологии, что делает весьма перспективным развитие этого направления в профилактике и лечении критических состояний у новорожденных детей.

Краткосрочная предикция исходов при СПОН у новорожденных, наиболее актуальная для врачей в стационаре, является сложной и в настоящее время практически нереализованной задачей, так как на течение заболевания оказывает влияние множество независимых факторов. В качестве предиктора исхода СПОН у детей, который некоторыми исследователями предлагается использовать у новорожденных, является подсчет количества пораженных органов и систем.

В ретроспективном исследовании 466 детей с тяжелым сепсисом (RESOLVE – Researching Severe Sepsis and Organ Dysfunction in Children: a Global Perspective) было показано, что доля выживших пациентов прогрессивно уменьшается с 28,6 до 6,5% по мере того, как количество пораженных функциональных систем у них увеличивается с 2 до 5 [8].

Шкалы оценки тяжести СПОН у детей, находящихся в критическом состоянии, разработаны и используются с конца прошлого века, однако их валидация в группе новорожденных сталкивается с определенными трудностями. Резюмируя данные литературы, можно выделить 3 проблемы оценочных шкал. Во-первых, существующие различия физиологических параметров органов и систем у новорожденных, которые, в свою очередь, значительно отличаются у маловесных, недоношенных и зрелых младенцев [9]. Во-вторых, шкалы плохо апробированы на различных демографических и клинических группах новорожденных, не изучены оптимальные временные параметры для динамической оценки детей [10]. Например, оценка по оценочной шкале CRIB (Clinical Risk Index for Babies) основывается на 12-часовом периоде наблюдения после рождения, тогда как для оценки по шкале SNAP (Score for Neonatal Acute Physiology) рекомендован 24-часовой период, но при этом оговаривается большая ценность данных, полученных в первые 12 ч от момента поступления в ОРИТ [11]. Стоит отметить, многими признается, что при СПОН критические изменения могут произойти быстро и за меньший промежуток времени. В-третьих, все оценочные шкалы обладают общей проблемой – сложностью калибровки и дискриминации у разных групп пациентов, что, собственно, и объясняет такое большое количество существующих систем [12].

Среди оценочных шкал, позволяющих лучше описывать тяжесть заболевания на основании исходного состояния популяции тяжело больных детей, в неонатологии применяются SNAP и CRIB [13]. Данные шкалы позволяют относительно точно предсказывать риск смерти среди разных групп пациентов, находящихся в ОРИТ. Прогностические шкалы PRISM III (Pediatric risk of mortality), PIM (Pediatric Index of Mortality), CRIB, SNAP (Score for Neonatal Acute Physiology) и шкалы текущей оценки состояния PEMOD (Pediatric Multiple Organ Dysfunction Score), PELOD (Pediatric Logistic Organ Dysfunction Score), NEOMOD (Neonatal Multiple Organ Dysfunction), pSOFA (Pediatric Sequential Organ Failure Assessment), nSOFA (Neonatal Sequential Organ Failure Assessment) предназначены для оценки тяжести заболевания в течение всего времени нахождения в ОРИТ [14–17].

Выделить наиболее эффективную оценочную шкалу из перечисленных достаточно сложно, так как их сравнительная оценка демонстрирует довольно противоречивый результат.

Исследование Е.Н. Серебряковой (2016 г., 429 пациентов) показало, что максимальная оценка по шкале NEOMOD у детей в раннем неонатальном периоде, в сравнении с оценкой по шкале SNAPPE II и CRIB II в первые 12 ч с момента поступления новорожденного в ОРИТ, обладает более оптимальными показателями прогностической значимости и может быть использована у новорожденных вне зависимости от срока гестации и массы тела при рождении [18]. В другом исследовании изучалась репрезентативность pSOFA и NEOMOD у новорожденных со СПОН, обусловленной некротизирующим энтероколитом, – обе шкалы показали высокую валидность для динамической оценки состояния новорожденных [19].

Иранское исследование (2018 год, 10 091 пациент) показало, что SNAP II (AUC 0,992; 95% CI: 0,98–1,00) и SNAPPE II (AUC 0,994; 95% CI: 0,984–1,00) имели лучшие прогностические показатели, чем шкала АПГАР, однако при сравнении друг с другом их показатели не имели статистически значимого различия в прогнозировании смерти у новорожденных, находящихся в критическом состоянии в ОРИТ [20].

Португальское исследование (2017 г., 237 пациентов), сравнивающее PRISM III и PELOD, подтвердило преимущество последней, тогда как в другом рандомизированном контролируемом исследовании (2016 г., 556 пациентов) PRISM оказалась точнее [21, 22].

В 2020 г. в ретроспективном исследовании (временной охват 18 лет, 398 пациентов) была попытка сравнить прогностическую значимость сразу нескольких шкал у детей со СПОН, обусловленным сепсисом: PRISM, PRISM III, PRISM IV, PIM, PIM2, PIM3, PELOD, PELOD 2. Исследование показало, что лучшими прогностическими данными обладал PIM (AUC 0,76; 95% CI: 0,68–0,76), PIM2 (AUC 0,78; CI: 0,72–0,78) и PIM3 (AUC 0,76; CI: 0,68–0,76), хотя между ними не было статистически значимого различия; PRISM показал самый плохой прогноз смертности из всех протестированных шкал и был значительно хуже, чем PRISM III ($p = 0,0122$), PIM ($p = 0,0059$), PIM2 ($p = 0,0125$) и PELOD2 ($p = 0,0359$). Кроме того, прогностическая способность оценок PRISM IV и PELOD была также плохой, как и у PRISM, хотя и с немного более высоким AUC [23]. Тем не менее, несмотря на интересные данные, их нельзя экстраполировать на новорожденных детей.

Прогнозирование исходов при СПОН у недоношенных новорожденных в силу крайней незрелости их органов и систем отличается от новорожденных, соответствующих своему гестационному сроку. На основании крупных исследований для данной категории пациентов разработано несколько прогностических нозоспецифических шкал: калькулятор NICHD (National Institute of Child Health and Human

Development), CRIB II (индекс клинического риска для детей раннего возраста), SNAPPE-II (перинатальная шкала острого состояния новорожденного-II), однако сравнение их между собой у такой категории пациентов не проводилось [24, 25]. Хорошим потенциалом для новорожденных в предсказании неблагоприятного исхода обладает шкала nSOFA, однако ее валидация при различных вариантах СПОН пока находится в стадии становления. В исследовании J.L. Wynn (2020 г., 679 новорожденных) nSOFA продемонстрировала высокую точность предикции у недоношенных новорожденных в диапазоне 0, 6 и 12 ч (ACU 0,77 95% CI 0,62–0,92, $p = 0,001$, ACU 0,78 95% CI 0,66–0,92, $p < 0,001$ и ACU 0,93 95% CI 0,86–0,997, $p < 0,001$) [26]. Авторы подчеркивают, что nSOFA нуждается в дальнейшем развитии и включении дополнительных параметров, позволяющих улучшить точность прогнозирования шкалы.

Технология нейросетей и машинного обучения

Новым и весьма перспективным направлением в прогнозировании СПОН при помощи оценочных шкал является использование технологий нейросетей и машинного обучения. Эксперименты с применением различных технологий машинного обучения – искусственной нейронной сети (ANN), различных регрессивных деревьев (Random Forest (RF), C5.0 и CHART tree), Support Vector Machine (SVM), Bayesian Network и Ensemble продемонстрировали значительное повышение чувствительности, специфичности и точности оценочных и прогностических шкал новорожденных [27]. Более того, использование технологии машинного обучения позволяет реализовывать возможность точного прогнозирования в динамически меняющихся и многофакторных условиях СПОН, что делает это направление чрезвычайно интересным для практикующих неонатологов [28].

Фенотип критического состояния

Еще одним активно развивающимся направлением в прогнозировании исходов СПОН, которое применимо к пациентам с септическим состоянием, является определение фенотипа гетерогенных синдромов у пациентов в критическом состоянии. Под этим термином понимают последовательность, сочетание и время возникновения органной дисфункции, связанной с риском смерти, причем эта зависимость является универсальной и определяется у взрослых, детей и новорожденных. Например, фенотип NPMODS (New or Progressive Multiple Organ Dysfunction Syndrome) у детей, который при сепсисе развивается в 26% случаев, сопровождается большим риском смерти, независимо от наличия СПОН на момент обращения больных за медицинской помощью [29].

Получение различных фенотипов критического состояния основывается на разных подходах с использованием данных об экспрессии генов, клинических показателей, различных биомаркеров и динамических паттернов СПОН [30]. Подобного рода исследования у новорожденных не проводились, однако указанная технология может обладать весьма неплохим прогностическим потенциалом у новорожденных. В качестве примера можно предоставить когортное исследование L.N. Sanchez-Pinto (2020), в котором проведена 6-летняя оценка критического состояния 20 827 детей, поступивших в ОРИТ [31]. На основании наиболее отличительных признаков СПОН: вид органной дисфункции, тяжесть состояния и клиническая траектория пребывания в ОРИТ к 3-м суткам, были выделены 4 основные фенотипа: фенотип 1, проявляющийся тяжелой, стойкая энцефалопатией (19,2%); фенотип 2, проявляющийся умеренной, разрешающейся гипоксемией (34,5%); фенотип 3, проявляющийся тяжелой, стойкой гипоксемией и шоком (19,1%); фенотип 4, проявляющийся умеренной стойкой тромбоцитопенией и шоком (22,6%). Самую низкую смертность имел фенотип 2, тогда как скорректированные к нему отношения риска смерти (aHR) к 28-му дню пребывания в ОРИТ у других фенотипов были следующими: фенотип 1 – 3,0 (IQR, 2,1–4,3); фенотип 3 – 2,8 (IQR, 2,0–4,1), фенотип 4 – 1,8 (IQR, 1,2–2,6). Полученные данные доказывают целесообразность дальнейшего развития данного направления предикции СПОН.

Биомаркеры системного воспаления

В последнее десятилетие в качестве средств прогнозирования широко исследуются биомаркеры системного воспаления. Сегодня в неонатологии хорошо изучены и используются в практике такие биомаркеры, как прокальцитонин, С-реактивный белок, сывороточный амилоид А (SAA), хемокины и цитокины [32]. К перспективным биомаркерам критического состояния в неонатологии, которые активно изучаются сегодня, можно отнести:

1) эндокан (специфическая для эндотелиальных клеток молекула-1 или ESM-1), уровень которого коррелирует с тяжестью сепсиса, однако пока идет уточнение уровня порогового значения показателя, которое бы сочетало в себе высокие показатели чувствительности и специфичности [33];

2) кластер дифференцировки 64 (CD64) экспрессируется воспалительными клетками в ответ на бактериальную инфекцию, и на него не влияют преходящее тахипноэ новорожденных, РДС или другие неинфекционные факторы, обычно возникающие в течение первых 72 ч жизни [34, 35]. Недостатком маркера являются его высокие показатели у недоношенных детей и при других инфекционных поражениях, которые нередко сопутствуют СПОН;

3) кластер молекулы дифференцировки 11b (CD11b), значение которого увеличивается в течение 5 мин после воздействия инфекционным агентом, что делает его более точным маркером в диагностике [36];

4) «белок панкреатических камней» (PSP), относящийся к классу лектинов С-типа и секретируемый поджелудочной железой в ответ на системный стресс и повреждение органов, связанное с критическим состоянием [37]. В клинических исследованиях у новорожденных данный биомаркер показал 100%-ую чувствительность и специфичность у доношенных и недоношенных детей [38];

5) растворимая молекула межклеточной адгезии-1 (sICAM-1) представляет собой белковый фактор, используемый в переносе нейтрофилов к месту воспаления *in vivo* [39]. При активации эндотелиальных клеток цитокинами наблюдается быстрое повышение (в течение 1–6 ч) уровня sICAM-1 в сыворотке крови, что делает его маркером системного воспаления. В настоящее время существуют разногласия относительно полезности этого маркера для диагностики EOS, поскольку некоторые авторы предложили sICAM-1 в качестве ценного маркера только в первые 4 дня жизни, а другие отметили аналогичные или даже более высокие уровни у здоровых новорожденных в первые 5 дней [40, 41];

5) програнулин – аутокринный фактор роста из 593 аминокислот, который регулирует сигнальную систему TNF/TNFR, может предсказывать сепсис и СПОН у новорожденных > 34 недель беременности [42];

6) неоптерин – биохимический маркер иммунной активности, повышение которого определяется при клеточно-опосредованном иммунном ответе;

7) резистин (FIZZ3) – белок, богатый цистеином, который играет спорную физиологическую роль в ожирении и инсулинорезистентности и повышается при системном воспалительном ответе у новорожденных, детей и взрослых, однако его диагностическую ценность еще предстоит узнать [43, 44];

8) пресепсин (ПСП) – это белок, являющийся N-концевым фрагментом рецептора макрофагов CD14 [45]. Механизм образования ПСП связан с бактериальным фагоцитозом и расщеплением CD14 лизосомальными ферментами. ПСП показал сопоставимый с прокальцитонином потенциал в прогнозировании сепсиса у новорожденных: пороговое значение пресепсина 706,5 пг/мл обладает чувствительностью 85,7%, специфичностью 68,8%, положительной прогностической ценностью 85,7%, отрицательной прогностической ценностью 68,8%. Однако эффективность данного биомаркера в разных возрастных группах и при других причинах СПОН остается не изученной.

Заключение

Прогнозирование СПОН у детей и новорожденных остается пока не решенной проблемой. Имеются только единичные публикации по исследованиям в этом направлении у данной категории пациентов. Современные шкалы для прогнозирования СПОН способствуют объективной оценке тяжести состояния новорожденного на основе расчета вероятности летального исхода, могут быть полезны для анализа эффективности различных видов терапии и методов лечения. Однако результаты сравнительных исследований прогностической точности шкал, проведенных во многих странах на разных категориях пациентов, в том числе у новорожденных, носят противоречивый характер.

Прогностические шкалы СПОН имеют в своей основе различный набор клинических, инструментальных и лабораторных параметров, количество и степень доступности которых зачастую приводят к трудностям использования их в повседневной клинической практике. В то же время сегодня активно развиваются несколько перспективных научных направлений, которые, возможно, приведут к значительному прорыву в прогнозировании СПОН в неонатологии.

Литература/References

1. Meert KL, Banks R, Holubkov R, et al. Morbidity and Mortality in Critically Ill Children. II. A Qualitative Patient-Level Analysis of Pathophysiologies and Potential Therapeutic Solutions. *Crit Care Med.* 2020;48(6):799–807. PMID: 32301845. PMCID: PMC7242160. <https://doi.org/10.1097/ccm.0000000000004332>
2. Skillman JJ, Bushnell LS, Goldman H, et al. Respiratory failure, hypotension, sepsis, and jaundice. A clinical syndrome associated with lethal hemorrhage from acute stress ulceration of the stomach. *Am J Surg.* 1969;117(4):523–530. PMID: 5771525. [https://doi.org/10.1016/0002-9610\(69\)90011-7](https://doi.org/10.1016/0002-9610(69)90011-7)
3. Baue AE. Multiple, progressive, or sequential systems failure. A syndrome of the 1970s. *Arch Surg.* 1975;110(7):779–781. PMID: 1079720. <https://doi.org/10.1001/archsurg.1975.01360130011001>
4. Eiseman B, Beart R, Norton L. Multiple organ failure. *Surg Gynecol Obstet.* 1977;144(3):323–326. PMID: 841449.
5. Fry DE. Sepsis, systemic inflammatory response, and multiple organ dysfunction: the mystery continues. *Am Surg.* 2012;78(1):1–8. PMID: 22273282. <https://doi.org/10.1177/000313481207800102>
6. Carlton EF, Close J, Paice K, et al. Clinician Accuracy in Identifying and Predicting Organ Dysfunction in Critically Ill Children. *Crit Care Med.* 2020;48(11):e1012–e1019. PMID: 32804793. PMCID: PMC7959260. <https://doi.org/10.1097/ccm.0000000000004555>
7. Brown SR, Martinez Garcia D, et al. Scoping Review of Pediatric Early Warning Systems (PEWS) in Resource-Limited and Humanitarian Settings. *Front Pediatr.* 2019;6:410. PMID: 30671424. PMCID: PMC6331420. <https://doi.org/10.3389/fped.2018.00410>
8. Farris RW, Weiss NS, Zimmerman JJ. Functional outcomes in pediatric severe sepsis: further analysis of the researching severe sepsis and organ dysfunction in children: a global perspective trial. *Pediatric Critical Care Medicine.* 2013;14(9):835–42. <https://doi.org/10.1097/pcc.0b013e3182a551c8>

9. Deshmukh T, Varma A, Damke S, et al. Predictive Efficacy of Pediatric Logistic Organ Dysfunction-2 Score in Pediatric Intensive Care Unit of Rural Hospital. *Indian J Crit Care Med.* 2020;24(8):701–704. PMID: 33024378. PMCID: PMC7519618. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10071-23528>
10. Garg B, Sharma D, Farahbakhsh N. Assessment of sickness severity of illness in neonates: review of various neonatal illness scoring systems. *J Matern Fetal Neonatal Med.* 2018;31(10):1373–1380. PMID: 28372507. <https://doi.org/10.1080/14767058.2017.1315665>
11. Muktan D, Singh RR, Bhatta NK, et al. Neonatal mortality risk assessment using SNAPPE-II score in a neonatal intensive care unit. *BMC Pediatrics.* 2019;19(1):279. PMID: 31409303. PMCID: PMC6691535. <https://doi.org/10.1186/s12887-019-1660-y>
12. Agor J, Özalpın OY, Ivy JS, et al. The value of missing information in severity of illness score development. *J Biomed Inform.* 2019;97:103255. PMID: 31349049. <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2019.103255>
13. Groenendaal F, de Vos MC, Derks JB, et al. Improved SNAPPE-II and CRIB II scores over a 15-year period. *J Perinatol.* 2017;37(5):547–551. PMID: 28125092. <https://doi.org/10.1038/jp.2016.276>
14. Shen Y, Jiang J. Meta-Analysis for the Prediction of Mortality Rates in a Pediatric Intensive Care Unit Using Different Scores: PRISM-III/IV, PIM-3, and PELOD-2. *Front Pediatr.* 2021;9:712276. PMID: 34504815. PMCID: PMC8421854. <https://doi.org/10.3389/fped.2021.712276>
15. Sauthier M, Landry-Hould F, Leteurtre S, et al. Comparison of the Automated Pediatric Logistic Organ Dysfunction-2 Versus Manual Pediatric Logistic Organ Dysfunction-2 Score for Critically Ill Children. *Pediatr Crit Care Med.* 2020;21(4):e160–e169. PMID: 32091503. <https://doi.org/10.1097/pcc.0000000000002235>
16. Kawasaki T, Shime N, Straney L, et al. Paediatric sequential organ failure assessment score (pSOFA): a plea for the world-wide collaboration for consensus. *Intensive Care Med.* 2018;44(6):995–997. PMID: 29704146. <https://doi.org/10.1007/s00134-018-5188-7>
17. Matics TJ, Sanchez-Pinto LN. Adaptation and Validation of a Pediatric Sequential Organ Failure Assessment Score and Evaluation of the Sepsis-3 Definitions in Critically Ill Children. *JAMA Pediatr.* 2017;171(10):e172352. PMID: 28783810. PMCID: PMC6583375. <https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2017.2352>
18. Серебрякова Е.Н., Волосников Д.К. Прогностическая значимость шкал SNAPPEII, CRIBII, NEOMOD в отношении риска летального исхода у новорожденных с синдромом полиорганной недостаточности. *Трудный пациент.* 2016;8–9:19–22.
- Serebryakova EN, Volosnikov DK. The predictive value of the SNAPPE II, CRIB II, NEOMOD scales in relation to the risk of death in newborns with multiple organ failure syndrome. *Difficult patient.* 2016;8–9:19–22. (In Russ.).
19. Бударова К.В., Шмаков А.Н., Сирота С.И. Сравнительная оценка информативности шкал полиорганной недостаточности у новорожденных с некротизирующим энтероколитом. *Российский вестник детской хирургии анестезиологии и реаниматологии.* 2017;7(3):82–86.
- Budarova KV, Shmakov AN, Sirota SI. Comparison of information value of the scale estimating multiple organ failure in newborns with necrotizing enterocolitis. *Russian Journal of Pediatric Surgery of Anesthesia and Intensive Care.* 2017;3:82–86. (In Russ.).
20. Radfar M, Hashemieh M, Fallahi M, et al. Utilization of SNAP II and SNAPPE II Scores for Predicting the Mortality Rate Among a Cohort of Iranian Newborns. *Arch Iran Med.* 2018;21(4):153–157. PMID: 29693405.
21. Hamshary AAEE, Sherbini SAE, Elgebaly HF, et al. Prevalence of multiple organ dysfunction in the pediatric intensive care unit: Pediatric Risk of Mortality III versus Pediatric Logistic Organ Dysfunction scores for mortality prediction. *Rev Bras Ter Intensiva.* 2017;29(2):206–212. PMID: 28977260. PMCID: PMC5496755. <https://doi.org/10.5935/0103-507x.20170029>
22. Gonçalves JP, Severo M, Rocha C, et al. Performance of PRISM III and PELOD-2 scores in a pediatric intensive care unit. *Eur J Pediatr.* 2015;174(10):1305–1310. PMID: 25875250. <https://doi.org/10.1007/s00431-015-2533-5>
23. Niederwanger C, Varga T, Hell T, et al. Comparison of pediatric scoring systems for mortality in septic patients and the impact of missing information on their predictive power: a retrospective analysis. *Peer J.* 2020;8:e9993. PMID: 33083117. PMCID: PMC7543722. <https://doi.org/10.7717/peerj.9993>
24. Younge N, Goldstein RF, Bann CM, et al. Survival and Neurodevelopmental Outcomes among Periviable Infants. *N Engl J Med.* 2017;376:617–628. PMID: 28199816. PMCID: PMC5456289. <https://doi.org/10.1056/nejmoa1605566>
25. Sun Y, Kaur R, Gupta S, et al. Development and validation of high definition phenotype-based mortality prediction in critical care units. *JAMIA Open.* 2021;4(1):o0ab004. PMID: 33796821. PMCID: PMC7991779. <https://doi.org/10.1093/jamiaopen/o0ab004>
26. Wynn JL, Polin RA. A neonatal sequential organ failure assessment score predicts mortality to late-onset sepsis in preterm very low birth weight infants. *Pediatr Res.* 2020;88(1):85–90. PMID: 31394566. PMCID: PMC7007331. <https://doi.org/10.1038/s41390-019-0517-2>
27. Sheikhtaheri A, Zarkesh MR, Moradi R, et al. Prediction of neonatal deaths in NICUs: development and validation of machine learning models. *BMC Med Inform Decis Mak.* 2021;21(1):131. PMID: 33874944. PMCID: PMC8056638. <https://doi.org/10.1186/s12911-021-01497-8>
28. Shirwaikar RD. Estimation of Caffeine Regimens: A Machine Learning Approach for Enhanced Clinical Decision Making at a Neonatal Intensive Care Unit (NICU). *Crit Rev Biomed Eng.* 2018;46(2):93–115. PMID: 30055527. <https://doi.org/10.1615/critrevbiomedeng.2018025933>
29. Lin JC, Spinella PC, Fitzgerald JC, et al. New or Progressive Multiple Organ Dysfunction Syndrome in Pediatric Severe Sepsis: A Sepsis Phenotype With Higher Morbidity and Mortality. *Pediatr Crit Care Med.* 2017;18(1):8–16. PMID: 28060151. PMCID: PMC7261134. <https://doi.org/10.1097/pcc.0000000000000978>
30. Bhavani SV, Carey KA, Gilbert ER, et al. Identifying novel sepsis subphenotypes using temperature trajectories. *Am J Respir Crit Care Med.* 2019;200(3):327–335. PMID: 30789749. PMCID: PMC6680307. <https://doi.org/10.1164/rccm.201806-1197OC>
31. Sanchez-Pinto LN, Stroup EK, Pendergrast T, et al. Derivation and Validation of Novel Phenotypes of Multiple Organ Dysfunction Syndrome in Critically Ill Children. *JAMA Netw Open.* 2020;3(8):e209271. PMID: 32780121. PMCID: PMC7420303. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2020.9271>
32. Hincu MA, Zonda GI, Stanciu GD, et al. Relevance of Biomarkers Currently in Use or Research for Practical Diagnosis Approach of Neonatal Early-Onset Sepsis. *Children (Basel).* 2020;7(12):309. PMID: 33419284. PMCID: PMC7767026. <https://doi.org/10.3390/children7120309>
33. Pietrasanta C, Pagni L, Ronchi A, et al. Vascular Endothelium in Neonatal Sepsis: Basic Mechanisms and Translational Opportunities. *Front Pediatr.* 2019;7:340. PMID: 31456998. PMCID: PMC6700367. <https://doi.org/10.3389/fped.2019.00340>

34. Song Y, Chen Y, Dong X, et al. Diagnostic value of neutrophil CD64 combined with CRP for neonatal sepsis: A meta-analysis. *Am J Emerg Med*. 2019;37(8):1571–1576. PMID: 31085013. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2019.05.001>
35. Sharma A, Thakur A, Bhardwaj C, et al. Potential biomarkers for diagnosing neonatal sepsis. *Curr Med Res Pract*. 2020;10:12–17. <https://doi.org/10.1016/j.cmrp.2019.12.004>
36. Gandhi P, Kondekar S. A Review of the Different Haematological Parameters and Biomarkers Used for Diagnosis of Neonatal Sepsis. *EMJ Hematol*. 2019;7:85–92. <https://doi.org/10.33590/emjhematol>
37. Eggimann P, Que YA, Rebeaud F. Measurement of pancreatic stone protein in the identification and management of sepsis. *Biomark Med*. 2019;13:135–145. PMID: 30672312. <https://doi.org/10.2217/bmm-2018-0194>
38. Schlapbach LJ, Graf R, Woerner A, et al. Pancreatic stone protein as a novel marker for neonatal sepsis. *Intensive Care Med*. 2013;39(4):754–763. PMID: 23296629. <https://doi.org/10.1007/s00134-012-2798-3>
39. Zhang X, Sun C, Li J. Serum sICAM-1 and PCT levels and their prognostic value in neonates with sepsis. *Int J Clin Exp Med*. 2019;12:5874–5880.
40. Achten NB, Van Meurs M, Jongman RM, et al. Markers of endothelial cell activation in suspected late onset neonatal sepsis in Surinamese newborns: A pilot study. *Transl Pediatrics*. 2019;8:412–418. PMID: 31993355. PMCID: PMC6970123. <https://doi.org/10.21037/tp.2019.11.03>
41. Zonneveld R, Jongman RM, Juliana A, et al. Serum concentrations of endothelial cell adhesion molecules and their shedding enzymes and early onset sepsis in newborns in Suriname. *BMJ Paediatr Open*. 2018;2:e000312. PMID: 30397669. PMCID: PMC6203012. <https://doi.org/10.1136/bmjpo-2018-000312>
42. Rao L, Song Z, Yu X, et al. Progranulin as a novel biomarker in diagnosis of early-onset neonatal sepsis. *Cytokine*. 2020;128:155000. PMID: 31982701. <https://doi.org/10.1016/j.cyto.2020.155000>
43. Ozdemir AA, Elgormus Y. Value of Resistin in Early Onset Neonatal Sepsis. *J Child Sci*. 2017;7(1):e146–e150. <https://doi.org/10.1055/s-0037-1608713>
44. Saboktakin L, Bilan N, Behbahan AG, et al. Relationship between resistin levels and sepsis among children under 12 years of age: A case control study. *Front Pediatrics*. 2019;7:355. PMID: 31555623. PMCID: PMC6724762. <https://doi.org/10.3389/fped.2019.00355>
45. Iskandar A, Arthamin MZ, Indriana K, et al. Comparison between presepsin and procalcitonin in early

diagnosis of neonatal sepsis. *J Matern Fetal Neonatal Med*. 2019;32(23):3903–3908. PMID: 29742943. <https://doi.org/10.1080/14767058.2018.1475643>

Сведения об авторах

Голомидов Александр Владимирович, к. м. н., заместитель главного врача по педиатрии, врач – анестезиолог-реаниматолог отделения анестезиологии и реанимации № 2, Кузбасская областная клиническая больница им. С.В. Беляева (Кемерово, Россия). <https://orcid.org/0000-0001-7522-9094>

Григорьев Евгений Валерьевич, профессор РАН, д. м. н., заместитель директора по научной и лечебной работе, Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний (Кемерово, Россия). <https://orcid.org/0000-0001-8370-3083>

Мозес Вадим Гельевич, д. м. н., профессор кафедры акушерства и гинекологии имени Г.А. Ушаковой, Кемеровский государственный медицинский университет (Кемерово, Россия). <https://orcid.org/0000-0002-3269-9018>

Мозес Кира Борисовна, областной специалист, Кузбасская областная клиническая больница им. С.В. Беляева (Кемерово, Россия). <https://orcid.org/0000-0003-2906-6217>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Author credentials

Alexander V. Golomidov, Cand. Sci. (Med.), Deputy Chief Physician for Pediatrics, Anesthesiologist, Department of Anesthesiology and Resuscitation no. 2, Kuzbass Regional Clinical Hospital named after S.V. Belyaev (Kemerovo, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0001-7522-9094>

Evgeny V. Grigoriev, Professor of the Russian Academy of Sciences, Dr. Sci. (Med.), Deputy Director for Scientific and Medical Work, Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases (Kemerovo, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0001-8370-3083>

Vadim G. Moses, Dr. Sci. (Med.), Professor of the Department of Obstetrics and Gynecology named after G.A. Ushakova, Kemerovo State Medical University (Kemerovo, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0002-3269-9018>

Kira B. Moses, Regional specialist, Kuzbass Regional Clinical Hospital named after S.V. Belyaev (Kemerovo, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0003-2906-6217>

Conflict of interest: none declared.



Гигантские аневризмы подколенной артерии

© А.В. Матюшкин^{1*}, А.Х. Мустафин¹, Д.А. Мамаева²

¹ Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова, Москва, Россия

² Городская клиническая больница им. С.С. Юдина, Москва, Россия

* А.В. Матюшкин, Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова, 105077, Москва, ул. 11-я парковая, 32, корп. 3, aidm@inbox.ru

Поступила в редакцию 2 февраля 2022 г. Исправлена 22 февраля 2022 г. Принята к печати 28 февраля 2022 г.

Резюме

Ведение: Аневризма подколенной артерии – патология, которая в ежедневной практике сосудистого хирурга встречается достаточно часто. Известно, что среди всех периферических артерий подколенная является наиболее распространенной локализацией аневризм (около 70%). Редкой формой аневризмы подколенной артерии является гигантская аневризма, диаметр которой составляет более 7–8 см. Гигантские аневризмы имеют большое клиническое значение из-за высокого риска осложнений, в том числе разрыва; кроме того, требуют особого оперативного лечения.

Материал и методы: Нами проведен электронный библиографический поиск в Pubmed, Cochrane Library, Wiley по лечению гигантских аневризм подколенной артерии, на основе чего выделены основные особенности клинической картины, диагностики и лечения гигантских аневризм подколенной артерий.

Результаты и обсуждение: Оперативное лечение гигантских аневризм подколенной артерии отличается от хирургического лечения обычных аневризм данной области и сопряжено с выбором адекватного доступа и необходимостью частичной резекции аневризматического мешка. Эндоваскулярные методы лечения применяются значительно реже, однако с совершенствованием методик и появлением новых технологий ожидается увеличение случаев успешного лечения гигантских аневризм.

Ключевые слова: аневризма подколенной артерии, аневризма периферических артерий

Цитировать: Матюшкин А.В., Мустафин А.Х., Мамаева Д.А. Гигантские аневризмы подколенной артерии. *Инновационная медицина Кубани*. 2022;(1):90–96. <https://doi.org/10.35401/2500-0268-2022-25-1-90-96>

Giant popliteal artery aneurysm

© Andrey V. Matyushkin^{1*}, Aidar Kh. Mustafin¹, Darya A. Mamaeva²

¹ Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russian Federation

² City Clinical Hospital named after S.S. Yudin, Moscow, Russian Federation

* Andrey V. Matyushkin, Pirogov Russian National Research Medical University, 11th Parkovaya str., 32/3, Moscow, 105077, aidm@inbox.ru

Received: February 2, 2022. Received in revised form: February 22, 2022. Accepted: February 28, 2022.

Abstract

Introduction: Popliteal artery aneurysm is a pathology that appears regularly in daily practice of a vascular surgeon since the popliteal artery is the most common location of aneurysms (about 70%). A rare form of aneurysm of the popliteal artery is a giant aneurysm, the diameter of which is more than 7–8 cm. Giant aneurysms are of a great clinical importance due to the high risk of rupture and complications, and the fact that this pathology has its own peculiarities of surgical treatment.

Material and methods: We conducted an electronic bibliographic search Pubmed, Cochrane Library, Wiley to find reports about treatment of giant popliteal aneurysms. According to its results the main features of the clinical picture, diagnosis and treatment of giant popliteal aneurysms have been identified.

Results and discussion: Surgical treatment of giant popliteal artery aneurysms differs from the treatment of regular popliteal artery aneurysms and is associated with the choice of adequate access and the need for partial or full resection of the aneurysm. Endovascular treatment methods are used much less frequently, however, with the improvement of techniques and the emergence of new technologies, an increase in number of giant aneurysms successful treatment cases is expected.

Keywords: popliteal artery aneurysm, aneurysm of peripheral arteries

Cite this article as: Matyushkin A.V., Mustafin A.Kh., Mamaeva D.A. Giant popliteal artery aneurysm. *Innovative Medicine of Kuban*. 2022;(1):90–96. <https://doi.org/10.35401/2500-0268-2022-25-1-90-96>



Введение

Аневризма подколенной артерии (АПА) – патология, которая в ежедневной практике сосудистого хирурга встречается достаточно часто. Известно, что среди всех периферических артерий подколенная является наиболее распространенной локализацией аневризм (около 70%) [1]. Аневризмой считается расширение артерии более чем на 50% от ее «нормального» диаметра, при этом обычный поперечный размер подколенной артерии варьирует от 0,5 до 1,1 см, в зависимости от пола и антропометрических показателей пациента. Некоторыми авторами рекомендуется называть аневризмой расширение подколенной артерии более 2 см [2]. Этиологические факторы, предрасполагающие к развитию АПА, весьма разнообразны, и в литературе выделяют:

- аневризмы, связанные с атеросклеротическим поражением артериального русла;
- посттравматические, ложные АПА;
- врожденные АПА;
- микотические, воспалительные АПА.

Чаще всего данная патология поражает мужчин старше 50 лет и длительное время носит асимптомный характер [3, 4]. В 59–64% случаев аневризмы подколенной артерии двусторонние, а в половине случаев АПА сочетаются с аневризмой аорто-подвздошного сегмента [5, 6].

Особой редкой формой аневризмы подколенной артерии является гигантская аневризма, диаметр которой составляет более 7–8 см. Гигантские аневризмы имеют большое клиническое значение из-за высокого риска осложнений, в том числе и разрыва, причем у этой патологии есть свои особенности оперативного лечения и ведения.

Материал и методы

Систематический обзор выполнен в соответствии с практикой и рекомендациями The preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses check list (PRISMA).

Электронный библиографический поиск проведен в базах Pubmed, Cochrane Library, Wiley для анализа статей, посвященных лечению гигантских аневризм подколенной артерии, с 1962 по 2021 г. Использовались ключевые слова: «гигантская аневризма подколенной артерии», «аневризма периферических артерий», «атеросклероз». Поиск литературы окончен в декабре 2021 г. При отборе публикаций учитывали следующие данные: автор, год публикации. Критерии включения в анализ исследования: клинические случаи лечения гигантских аневризм подколенной артерии в плановом порядке, клинические случаи лечения осложненных гигантских аневризм. Были исключены статьи, в которых описывались случаи распространения аневризмы на подвздошно-бедренный сегмент,

случаи с наличием аневризмы подколенной артерии и одномоментным тромбозом глубокой венозной системы, а также публикации, в которых отсутствовал полный текст. Результаты были просмотрены вручную и отобраны с учетом их соответствия. Найдено 45 статей. После детального изучения исключены 20 статей, не соответствующих критериям поиска.

Результаты и обсуждения

Первые сообщения о хирургическом лечении гигантских аневризм подколенной артерии датируются началом 60-х гг. XX века. Это работа японских хирургов T. Nakamura и S. Takenuma [7], а также статья J. Bergan и O. Trippel из Чикаго, США [8]. В обоих случаях выполнена резекция аневризмы подколенной артерии из «заднего» доступа с аутовенозным протезированием подколенной артерии.

Гигантские АПА – достаточно редкая патология, к настоящему времени в мировой литературе описано не больше нескольких десятков клинических случаев, посвященных данной нозологии. Причем этиология представленных случаев и вариантов примененного лечения крайне разнообразна. В работе С.В. Park и соавт. [9] представлен случай билатерального синдрома компрессии подколенной артерии головкой икроножной мышцы с формированием гигантской аневризмы, в статье S.Y. Lee и соавт. [10] – лечение посттравматической ложной аневризмы у футболиста. Публикация X. Gao и соавт. из Китая посвящена врожденной патологии [11], а в работе A. Pontón и соавт. (Испания) описывается течение заболевания у 84-летнего мужчины с двусторонними гигантскими аневризмами с аутовенозным шунтированием, с одной стороны, и перевязкой артерии без реконструкции, с другой стороны [12]. Опубликованные в литературе наблюдения, посвященные гигантским аневризмам подколенной артерии, значительно отличаются по этиологии, возрасту пациентов и примененному методу лечения в каждом конкретном случае. Однако во всех работах просматриваются общие черты патологии в сходных клинических проявлениях, методах диагностики и тактике лечения [13]. Возможными осложнениями аневризм являются: тромбоз аневризматического мешка, дистальная эмболизация периферического русла, разрыв аневризмы, компрессия аневризмой подколенной вены, большеберцового нерва.

Длительное время аневризма подколенной артерии может никак себя не проявлять клинически, и диагноз порой ставится во время периодических диспансерных осмотров, что является лучшим вариантом для пациента. Опубликованные данные свидетельствуют о том, что операция, выполненная в плановом порядке, имеет значительно лучшие результаты как непосредственные, так и отдаленные, по сравнению с той, которая проведена

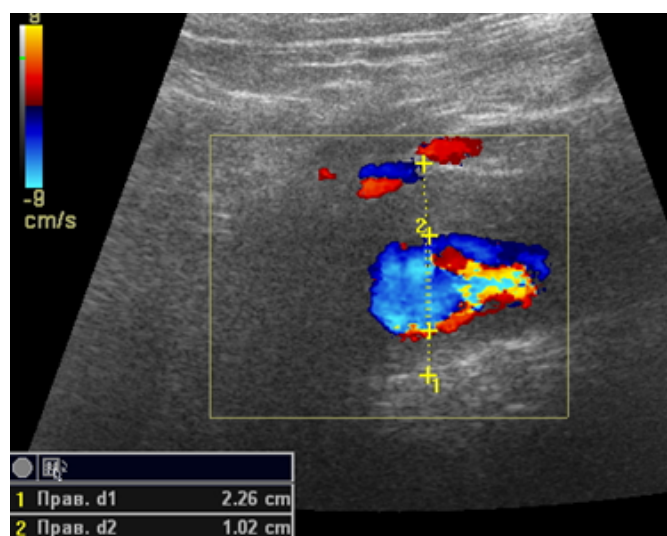


Рисунок 1. Ультразвуковое дуплексное сканирование – аневризма подколенной артерии с пристеночными тромбами
Figure 1. Ultrasound duplex scanning – popliteal artery aneurysm with mural thrombi

при наступлении осложнений [3, 14, 15]. Частота развития осложнений АПА при естественном течении через 1 год и через 5 лет составляет 24 и 74% соответственно [15, 16].

Гигантские аневризмы имеют значительно больший риск возникновения осложнений, в особенности в виде сдавления окружающих структур (вена, нерв), дистальной эмболизации и разрыва. Эти данные представлены в литературе как отдельные случаи и клинические наблюдения. Так, например, из 20 взятых в литературе случаев лечения гигантских аневризм с 2007 по 2020 г. разрыв был в 9, то есть почти в половине случаев, тромбоз аневризмы – в 2 случаях (10%), а симптомов сдавления окружающих структур не было лишь в одном случае (асимптомное течение – только 5%). Достоверных статистических данных, касающихся гигантских аневризм, представить на сегодняшний день невозможно из-за редкости патологии.

Клинические проявления гигантских АПА связаны с наличием большого плотного пульсирующего образования в подколенной области, часто болезненного. Из-за сдавления аневризмой окружающих органов (вена, нерв) появляются боль и похолодание в стопе, голени, венозный отек, онемение и боль в зоне иннервации сдавленного нерва (чаще большеберцового). При редких случаях тромбоза аневризматического мешка и эпизодах дистальной эмболизации тромбами из полости аневризмы развивается клиника острой ишемии конечности с соответствующими симптомами.

Разрыв – нечастое осложнение аневризмы подколенной артерии (от 1 до 7%), однако очевидно, что в отношении больших и гигантских аневризм эти

цифры значительно выше. При разрыве аневризмы ведущими симптомами будут боль и отечность в подколенной области, выраженный отек конечности, цианотичность кожи над гематомой. Приблизительно в 14% случаев разрыв сопровождается развитием венозного тромбоза. Геморрагический шок при разрыве аневризм встречается редко из-за ограниченного объема гематомы, которую вмещает подколенная область [2].

«Золотым» стандартом инструментальной диагностики аневризм ПА признано ультразвуковое дуплексное сканирование (УЗДС), при котором возможно верифицировать не только наличие самой АПА, но и оценить наличие или отсутствие пристеночных тромботических масс (рис. 1). Также с помощью УЗДС возможно проведение дифференциальной диагностики патологии, например, большой кисты Беккера.

Также в настоящее время для диагностики АПА применяются рентгеноконтрастная ангиография, магнитно-резонансная (МРТ) и компьютерная томография (КТ) с внутривенным контрастным усилением. Данные методы позволяют адекватно оценить истинные размеры аневризмы, наличие тромботических масс в ее просвете (за исключением рентгеноконтрастной ангиографии), расположение лежащих рядом структур (подколенной вены и большеберцового нерва) по отношению к аневризме, что способствует максимальной проработке плана оперативного лечения. КТ имеет ряд противопоказаний к использованию: недостатки данного метода связаны с рентгеновским излучением и побочным действием на организм рентгеноконтрастных веществ. При учете экономической составляющей также отмечается, что МРТ и КТ являются дорогостоящими методами [17].

Для составления адекватного плана хирургического лечения оценивается размер АПА, состояние бедренных и периферических артерий (голени и стопы).

Современные методы хирургического лечения АПА включают в себя достаточно обширный арсенал операций. Аутовенозное бедренно-дистально-подколенное шунтирование с «выключением» аневризматического мешка успешно применяется сосудистыми хирургами и является стандартом открытой операции на протяжении многих лет.

XXI век ознаменовался широким внедрением в клиническую практику эндоваскулярных методов лечения как в плановых, так и в экстренных ситуациях [6, 17, 18]. Все чаще и чаще встречаются публикации, где описывается вариант лечения острого тромбоза аневризмы подколенной артерии, сочетающий селективный катетерный тромболизис с последующим эндопротезированием подколенной артерии стент-графтами, максимально адаптированными к этой анатомической области [1, 6, 17]. Что касается гигантских аневризм, то в литературе представлены

всего несколько случаев успешного эндоваскулярного лечения [23].

Пациенты с тромбозом аневризмы подколенной артерии или окклюзией тибиальных артерий, протекающими по хроническому типу и проявляющими себя перемежающейся хромотой, болями в покое либо трофическими расстройствами, должны быть оперированы в плановом или срочном порядке [1, 3]. При возникновении острой ишемии в случае тромбоза аневризмы некоторые хирурги [1, 19] рекомендуют применять катетерный тромболизис в течение 12–24 ч. Затем проводится открытое оперативное лечение или выполняется установка эндографта.

При возникновении острой ишемии с выраженными моторными нарушениями (2Б–3А степени) наилучшим путем реваскуляризации будет открытая тромбэктомия из артерий ниже щели коленного сустава с последующим аутовенозным шунтированием подколенной артерии. Описанные в литературе несколько случаев эндоваскулярного лечения гигантских аневризм подколенной артерии были проведены по поводу разрыва [23], причем этот метод применялся больным в возрасте более 80 лет ввиду выраженной коморбидности.

При эндопротезировании аневризм подколенной артерии чрескожный пункционный доступ используется наравне с открытым, причем последний имеет некоторые преимущества, особенно при повторных вмешательствах. Такой доступ (на бедре в верхней трети) выполняется обычно через небольшой разрез под местной анестезией. Стент-графт устанавливается так, чтобы не допустить деформации и смещения при сгибании конечности. Для надежной фиксации стента необходимо иметь неизменный участок артерии проксимальнее и дистальнее аневризмы, обычно это минимум 2–3 см. Противопоказаниями для установки стент-графта считается избыточная извитость артерий, невозможность проведения дезагрегантной терапии. Гигантские аневризмы существенно увеличивают риск скручивания, изгиба и миграции стент-графта [1, 6, 17]. Наличие гигантской аневризмы подколенной артерии ограничивает возможности применения эндоваскулярных методик еще и вследствие невозможности купировать часто наблюдаемые при этом симптомы сдавления подколенной вены и большеберцового нерва. Необходимо учитывать также возможность роста аневризмы из-за впадающих в нее устьев мелких артерий сети коленного сустава. В этих условиях «золотым» стандартом лечения остаются открытые вмешательства.

В немногочисленных публикациях при разрыве гигантской аневризмы подколенной артерии в основном использовались открытые операции – резекции аневризмы с протезированием [7, 20]. Хотя следует упомянуть о единичных сообщениях, когда



Рисунок 2. Схема кожного разреза при заднем доступе при АПА

Figure 2. Scheme of the skin incision in the posterior approach for PAA

у возрастных коморбидных пациентов с гигантской аневризмой, осложнившейся разрывом, выполнялась вынужденная экстренная установка стент-графта при явной непереносимости открытой операции [18]. Необходимость в устранении сдавления гигантской аневризмой расположенных в подколенной ямке нерва или вены диктует необходимость частичной резекции аневризмы либо аневризморафии – ушивания мешка наглухо после его вскрытия. Наиболее часто для этих целей применяется задний доступ (рис. 2). Подкожно-жировой клетчаткой, как правило, в данной анатомической области нет. Непосредственно под кожей располагается фасция, которая рассекается продольно. Края раны разводятся ранорасширителем, идентифицируются и берутся на держалки нервные стволы (седалищный нерв в проксимальной части доступа, большеберцовый и малоберцовый нервы в дистальной). Обходятся и берутся на держалки участки неизменной артерии проксимальнее и дистальнее аневризмы. Однако и задний доступ, и медиальный становятся малоприменимы при распространении аневризмы проксимальнее или дистальнее подколенной ямки.

В 1998 г. Н. Мого и соавт. описали применение необычного положения пациента на операционном столе при гигантской аневризме подколенной артерии [8]. У 74-летнего больного аневризма распространялась не только на подколенную артерию, но и на дистальную часть поверхностной бедренной артерии. Был выбран доступ с положением больного «полубоком на животе с поджатой контралатеральной конечностью (положение Sim)». Это позволило расширить задний доступ в проксимальном направлении и выполнить при необходимости забор участка большой подкожной вены на бедре. Реконструкция



Рисунок 3. Задний доступ при аневризме подколенной артерии

Figure 3. Posterior approach for popliteal artery aneurysm

заклучалась в перевязке артерий выше и ниже аневризмы, протезировании с применением аутовены и эндоаневризмоморфии – ушивании аневризматического мешка наглухо.

При гигантских аневризмах недостаточно только перевязки артерии проксимальнее и дистальнее аневризмы, требуется, как правило, эндоаневризмоморфия или иссечение аневризмы (как правило, частичное), так как иначе могут сохраняться симптомы сдавления подколенной вены, седалищного, большеберцового или малоберцового нервов. Это диктует выбор доступа и типа операции при аневризмах таких размеров. Преимущества описанного выше доступа авторы видят в возможности экспозиции всей подколенной артерии без пересечения мышц и сухожилий. Сосудистый пучок лежит при этом доступе достаточно поверхностно, что также облегчает операцию при распространенном поражении подколенной артерии (рис. 3) [13].

Таким образом, особенностями открытых операций при гигантских аневризмах считаем необходимость частичной аневризмэктомии из-за больших размеров аневризмы, приводящих к сдавлению подколенной вены и расположенных рядом с аневризмой нервов. Не следует стремиться к полному иссечению стенок из-за плотных сращений с окружающими структурами. Обязательным элементом операции является прошивание устьев артерий сети коленного сустава, открывающихся в полость аневризмы и нередко являющихся причиной роста аневризмы даже после перевязки артерий проксимальнее и дистальнее патологии.

Другой описываемый в литературе вариант лечения при гигантских аневризмах – аневризмоморфия или ушивание стенок аневризмы наглухо со значительной редукцией ее объема, представляется нам уместным [20].

Иногда забор аутологичной вены может быть затруднен из-за заднего доступа, да и вена может быть неподходящего диаметра или уже забрана ранее, поэтому применение синтетического протеза в этих случаях является разумной альтернативой.

Следует еще раз остановиться на ограничениях стандартного заднего доступа в отношении проксимального распространения аневризмы. Обычно такой доступ позволяет выполнить проксимальный анастомоз на уровне hiatus adductor. В 2018 г. группа хирургов из Йокогамы, Япония [20], предложили расширенный задний доступ при гигантской АПА с распространением на дистальную часть поверхностной бедренной артерии. Было рекомендовано продлить проксимальную часть S-образного доступа до середины бедра, что позволило достигнуть неизменной поверхностной бедренной артерии (ПБА). Доступ к ПБА был выполнен снаружи от полумембранной и полусухожильной мышц без их пересечения.

Статистические данные, касающиеся гигантских аневризм подколенной артерии, недоступны из-за редкости встречаемости и небольшого количества публикаций. Однако, основываясь на имеющейся информации в литературе, можно сделать вывод, что если операция выполнена успешно, то отдаленные результаты не отличаются от тех, которые получены при лечении аневризм меньших размеров.

При экстренных операциях, выполненных по поводу АПА, отдаленная проходимость шунта через 1 год составляет 50–80% [1, 6, 14]. Результаты планового хирургического лечения у пациентов с асимптомными аневризмами намного лучше: 5-летняя проходимость шунтов после операций варьирует от 78 до 86% [1, 14, 19]. При этом сохранение конечности достигается в 93–100% случаев [1, 14, 19]. Лучшие отдаленные результаты наблюдаются у пациентов с протезированием аутовеной по сравнению с синтетическим протезом (84 против 67% за 3-летний период наблюдения) [1, 14]. Имеются данные о высокой частоте ампутаций (16–50%) при возникновении острой ишемии конечности, а при тромбозе полости аневризмы ампутация выполняется в 14% случаев [6, 14, 17]. Сравнительный анализ результатов при различных вмешательствах при аневризмах подколенной артерии представлен в обзоре литературы R. Souza и соавт. в 2020 г. (табл. 1) [21].

Многие авторы склоняются к преимущественному применению аутовены при гигантских аневризмах подколенной артерии, однако в случае использования синтетического протеза могут быть также получены хорошие результаты при регулярном наблюдении за пациентом сосудистым хирургом и приеме большим дезагрегантов в отдаленном периоде.

По данным, предоставленным в работе I. Dawson, у пациентов с АПА при естественном течении в 86% случаев возникали различные осложнения

Таблица 1

Результаты при различных оперативных вмешательствах при аневризмах подколенной артерии – метаданные обзора литературы

Table 1

Results in various surgical interventions in popliteal artery aneurysms – metadata of a literature review

Тип вмешательства	Кол-во случаев	Технический успех	Сохранение конечности через 1 год	Сохранение конечности через 5 лет	Частота реинтервенций (5 лет)
Открытые операции	4166	79–100%	94,3–100%	86,4–97%	34,5–38%
Установка стент-графта	1854	83,3–100%	84,2–100%	64,7–100%	15,7–30%

на протяжении 3-х лет наблюдения при исходной непроходимости артерий голени [22]. В основном это были острая ишемия конечности, прогрессирование хронической ишемии конечности, симптомы сдавления аневризмой подколенной вены и большеберцового нерва. Реже (36% в течение 3 лет) осложнения фиксировались у пациентов с исходно проходимыми артериями на голени [22, 24].

Ряд исследований выявили закономерность, что при артериальной гипертензии аневризмы «растут» быстрее, однако у пациентов с сахарным диабетом рост аневризм несколько замедляется [16]. При гигантских аневризмах подколенной артерии очевидно, что прогноз при естественном течении неблагоприятный из-за высокого риска наступления осложнений. Безусловно, показано оперативное лечение, однако при выраженной сопутствующей патологии и тяжести состояния должно рассматриваться эндоваскулярное вмешательство как вынужденная альтернатива.

Необходимо учитывать вероятность наличия билатерального поражения и выявления аневризм другой локализации. Это особенно актуально у молодых пациентов с генетически обусловленными дефектами, врожденными и аутоиммунными заболеваниями (например, артерииты, синдромом сдавления («ловушки») подколенной артерии).

Литература/References

- Antonello M, Frigatti P, Battocchio P, et al. Endovascular treatment of asymptomatic popliteal aneurysms: 8-year concurrent comparison with open repair. *Journal of Cardiovascular Surgery*. 2007;48(3):267–274. PMID: 17505429.
- Sidawy AP, Perler BA. *Rutherford's vascular and endovascular therapy* 9th edition. Philadelphia PA: Elsevier; 2019:1085–1094.
- Aulivola B, Hamdan AD, Hile CN, et al. Popliteal artery aneurysms: a comparison of outcomes in elective versus emergent repair. *Journal of Vascular Surgery*. 2004;39(6):1171–1177. PMID: 15192554. <http://doi.org/10.1016/j.jvs.2003.12.023>
- Михайлов И.П., Лавренов В.Н., Исаев Г.А. и др. Разрыв аневризмы подколенной артерии. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. 2018;4:57–62. PMID: 29697685. <http://doi.org/10.17116/hirurgia2018457-62>
- Mikhaylov IP, Lavrenov VN, Isaev GA, et al. Ruptures of popliteal artery aneurysms. *Pirogov Russian Journal of Surgery*. 2018;4:57–62. (In Russ.). PMID: 29697685. <http://doi.org/10.17116/hirurgia2018457-62>
- Schwarz W, Berkowitz H, Taormina V, et al. The preoperative use of intraarterial thrombolysis for a thrombosed popliteal artery aneurysm. *Journal of Cardiovascular Surgery*. 1984;25:465–468. PMID: 6501405.
- Tschen JA, Samakar K, Patel ST, et al. Asymptomatic ruptured giant popliteal aneurysm. *Journal of Vascular Surgery*. 2013;58(4):1090. PMID: 24075108. <http://doi.org/10.1016/j.jvs.2012.05.088>
- Nakamura T, Takenuma S. A case of giant popliteal aneurysm. *Iryo*. 1962;16:118–122. PMID: 14478166.
- Moro H, Sugawara M, Takahashi Y, et al. Surgery for giant popliteal artery aneurysm with a modified Sims' position. *Journal of Vascular Surgery*. 1998;27(2):371–373. PMID: 9510294. [http://doi.org/10.1016/s0741-5214\(98\)70370-2](http://doi.org/10.1016/s0741-5214(98)70370-2)
- Park CB, Yoo DG, Kim CW. Bilateral popliteal artery entrapment syndrome. *The Korean Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 2007;40:136–139.
- Lee SY, Lee SJ, Lee CS. Traumatic popliteal artery pseudoaneurysm developed during a soccer game. *Korean Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 2011;44(4):298–300. PMID: 22263174. PMID: PMC3249325. <http://doi.org/10.5090/kjtc.2011.44.4.298>
- Gao X, Qi L, Chen B, et al. A rare case of giant popliteal artery aneurysm in a young adult. *Vascular*. 2011;19(6):342–345. PMID: 21885475. <http://doi.org/10.1258/vasc.2010.cr0260>
- Pontón A, García I, Arnáiz E, et al. Endovascular repair of a ruptured giant popliteal artery aneurysm. *Annals of Vascular Surgery*. 2009;23(3):412. PMID: 18774688. <http://doi.org/10.1016/j.avsg.2008.06.016>
- Затевахин И.И., Матюшкин А.В., Демидов И.Ю., и др. Хирургическое лечение аневризмы подколенной артерии. *Вестник Национального медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова*. 2016;11(2):132–133.
- Zatevakhin II, Matyushkin AV, Demidov IYu, et al. Surgical treatment of popliteal artery aneurysms. *Bulletin of Pirogov National Medical and Surgical Center*. 2016;11(2):132–133. (In Russ.).
- Затевахин И.И., Матюшкин А.В., Демидов И.Ю., и др. Особенности хирургического лечения при истинных аневризмах подколенной артерии. *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2020;26(2):141–147. PMID: 32597895. <http://doi.org/10.33529/ANGIO2020206>
- Zatevakhin II, Matyushkin AV, Demidov IYu, et al. Peculiarities of surgical treatment for true aneurysms of the popliteal artery. *Angiology and Vascular Surgery*. 2020;26(2):141–147. (In Russ.). PMID: 32597895. <http://doi.org/10.33529/ANGIO2020206>
- Galland RB. History of the management of popliteal artery aneurysms. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. 2008;35(4):466–472. PMID: 18180184. <http://doi.org/10.1016/j.ejvs.2007.11.011>

16. Cross JE, Galland RB. Part one: for the motion. Asymptomatic popliteal artery aneurysms (less than 3 cm) should be treated conservatively. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. 2011;41(4):445–448. PMID: 21453861. <http://doi.org/10.1016/j.ejvs.2011.02.007>
17. Jacobowitz G, Cayne NS. Lower Extremity aneurysms. Rutherford's Vascular Surgery. Philadelphia: Elsevier; 2014:2190–2205.
18. Davies RSM, Wall M, Rai S, et al. Long-term results of surgical repair of popliteal artery aneurysms. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2007;34(6):714–718. PMID: 17716931. <http://doi.org/10.1016/j.ejvs.2007.06.019>
19. Nakashima M, Kobayashi M. Open Repair of a Giant Popliteal Artery Aneurysm Presenting with Nerve Compression Symptoms. *Vasc Specialist Int*. 2021;37(1):37–40. PMID: 33795552. PMCID: PMC8021490. <http://doi.org/10.5758/vsi.200077>
20. Cho T, Iwaki H, Masuda M. Extended posterior approach for huge popliteal aneurysm extended to superficial femoral artery. *SAGE Open Med Case Rep*. 2018;6. PMID: 29348915. PMCID: PMC5768262. <http://doi.org/10.1177/2050313X17752770>
21. Sousa RS, Oliveira-Pinto J, Mansilha A. Endovascular versus open repair for popliteal aneurysm: a review on limb salvage and reintervention rates. *Int Angiol*. 2020;39(5):381–389. PMID: 32348102. <http://doi.org/10.23736/S0392-9590.20.04387-4>
22. Dawson I, Sie RB, van Bockel JH. Atherosclerotic popliteal aneurysm. *Br J Surg*. 1997;84(3):293–299. PMID: 9117288.
23. Valle Raleigh J, Chas J, Bluro I, et al. Anterograde and Retrograde Approach With Through-and-Through Wiring Technique to Treat a Ruptured and Extremely Tortuous Giant Popliteal Artery Aneurysm. *Vasc Endovascular Surg*. 2021;55(6):668–672. PMID: 33568001. <http://doi.org/10.1177/1538574421993740>
24. Захеряев А.Б., Виноградов Р.А., Матусевич В.В., и др. Бедренно-подколенное шунтирование: от истоков до наших дней. *Вестник НМЦЗ им. Н.И. Пирогова*. 2021;3(16):57–60. http://doi.org/10.25881/20728255_2021_16_3_57
- Zakeryaev AB, Vingoradov RA, Matusevich VV, et al. Femoral-popliteal bypass surgery: from its origins to the present

day. *Bulletin of Pirogov National Medical and Surgical Center*. 2021;3(16):57–60. (In Russ.). http://doi.org/10.25881/20728255_2021_16_3_57

Сведения об авторах

Матюшкин Андрей Валерьевич, д. м. н., профессор кафедры факультетской хирургии педиатрического факультета, Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова (Москва, Россия). <https://orcid.org/0000-0002-4112-7732>

Мустафин Айдар Хайсирович, к. м. н., доцент кафедры факультетской хирургии педиатрического факультета, Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова (Москва, Россия). <https://orcid.org/0000-0001-9831-4988>

Мамаева Дарья Александровна, к. м. н., врач сердечно-сосудистой хирургии отделения сердечно-сосудистой хирургии, Городская клиническая больница им. С.С. Юдина (Москва, Россия). <https://orcid.org/0000-0002-2300-0412>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Author credentials

Andrey V. Matyushkin, Dr. Sci. (Med.), Professor of Department of Pediatric Surgery Faculty, Pirogov Russian National Research Medical University (Moscow, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0002-4112-7732>

Aidar Kh. Mustafin, Cand. Sci. (Med.), Associate Professor of Department of Pediatric Surgery Faculty, Pirogov Russian National Research Medical University (Moscow, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0001-9831-4988>

Darya A. Mamaeva, Cand. Sci. (Med.), Cardiovascular surgeon, Department of Cardiovascular Surgery, City Clinical Hospital named after S.S. Yudin (Moscow, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0002-2300-0412>

Conflict of interest: none declared.

