



АССОЦИАЦИЯ
НЕЙРОХИРУРГОВ
РОССИИ

ISSN 2587-7569 (Online)

ISSN 1683-3295 (Print)

НЕЙРОХИРУРГИЯ

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЕЖЕКВАРТАЛЬНЫЙ РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ ЖУРНАЛ

НЕЙРОХИРУРГИЯ 2022 • Том 24 • № 1

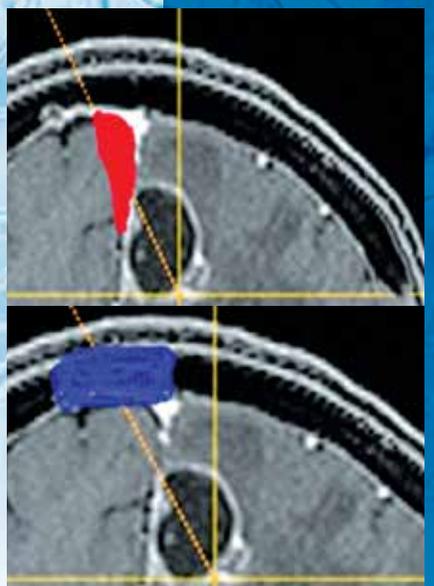
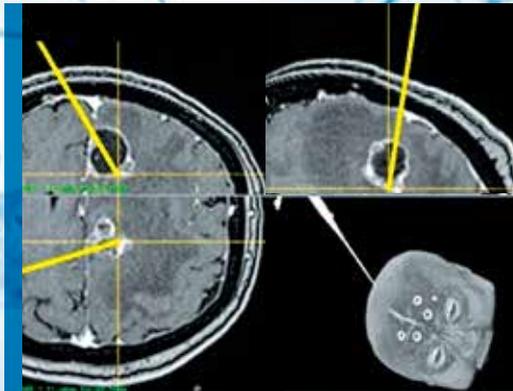
RUSSIAN JOURNAL OF NEUROSURGERY

Трансфальксный доступ
при удалении опухолей
головного мозга

Хирургическое лечение
пациентов с идиопатической
обструкцией отверстия
Монро

Транскраниальное
дуплексное сканирование
в оценке исхода
микрохирургического
лечения пациентов
с разрывами церебральных
аневризм

A rare case report of trauma
manifesting as multiple
pseudoaneurysms of internal
carotid artery and ipsilateral
carotid cavernous fistula



1

ТОМ 24

2022

NEURO

ИЗДАНИЕ АССОЦИАЦИИ НЕЙРОХИРУРГОВ РОССИИ

Журнал «Нейрохирургия» входит в перечень ведущих рецензируемых научных периодических изданий, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией (ВАК) для публикации основных научных результатов диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук.

Журнал включен в Научную электронную библиотеку и Российский индекс научного цитирования (РИНЦ), имеет импакт-фактор, зарегистрирован в базе данных Scopus, зарегистрирован в Web of Science Core Collection, Emerging Sources Citation Index (ESCI), CrossRef, статьи индексируются с помощью идентификатора цифрового объекта (DOI).



RUSSIAN JOURNAL OF NEUROSURGERY

НЕЙРОХИРУРГИЯ

НАУЧНО - ПРАКТИЧЕСКИЙ ЕЖЕКВАРТАЛЬНЫЙ РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ ЖУРНАЛ

Цель издания – информировать специалистов о достижениях в области нейрохирургии, способствовать повышению эффективности лечения пациентов с заболеваниями головного и спинного мозга.

Основные задачи журнала – освещение на страницах журнала новых методов нейрохирургии, неврологии, лучевой и функциональной диагностики, повышение уровня профессиональной компетентности врачей-нейрохирургов, предоставление авторам возможности опубликовать результаты собственных исследований. Помимо этого, в задачи журнала входит анонсирование российских и международных научно-практических конференций по нейрохирургии, нейрореаниматологии, мастер-классов и других образовательных мероприятий, а также новых руководств и монографий.

В журнале публикуются результаты экспериментальных и клинических исследований, обзоры литературы, клинические рекомендации, описания редких клинических случаев, анонсы грядущих конференций и образовательных циклов, а также исторические очерки о нейрохирургии и выдающихся представителях специальности.

О С Н О В А Н В 1 9 9 8 Г .

1
ТОМ 24
'22

Учредитель:
В.В. Крылов

Адрес редакции:
115478, Москва, Каширское шоссе, 24,
стр. 15, НИИ канцерогенеза, 3-й этаж.
Тел./факс: +7 (499) 929-96-19
e-mail: abv@abvpress.ru. www.abvpress.ru

Статьи направлять по адресу:
129010, Москва, Большая
Сухаревская пл., 3, стр. 21,
ГБУЗ «Научно-исследовательский
институт скорой помощи
им. Н.В. Склифосовского Департамента
здравоохранения г. Москвы»

(тел.: +7 (495) 680-95-73,
+7 (926) 187-48-75)
или через личный кабинет на сайте
<https://www.therjn.com>

Редактор Е.А. Орлова-Яр
Корректор Н.А. Виленкина
Дизайн Е.В. Степанова
Верстка О.В. Гончарук

Служба подписки и распространения
И.В. Шургаева, +7 (499) 929-96-19,
base@abvpress.ru

Руководитель проекта
Н.А. Ковалева +7 (499) 929-96-19,
n.kovaleva@abvpress.ru

*Журнал зарегистрирован
в Федеральной службе по надзору
в сфере связи, информационных
технологий и массовых коммуникаций,
ПИ № 77-7205 от 31 января 2001 г.*

**При полной или частичной перепечатке
материалов ссылка на журнал
«Нейрохирургия» обязательна.**

**Редакция не несет ответственности
за содержание публикуемых
рекламных материалов.**

**В статьях представлена точка
зрения авторов, которая может
не совпадать с мнением редакции.**

ISSN 2587-7569 (Online)
ISSN 1683-3295 (Print)
Нейрохирургия. 2022. Том 24.
№ 1. 1–120.
Сдано в печать: 25.03.2022.
© ООО «ИД «АБВ-пресс», 2022
Подписной индекс в каталоге
«Пресса России» – 39895

Отпечатано в типографии
ООО «Медиаколор»
Москва, Сигнальный проезд, 19
Тираж 2000 экз. Бесплатно
<http://www.therjn.com/jour/index>

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Крылов Владимир Викторович, академик РАН, д.м.н., профессор, заслуженный деятель науки РФ (Москва, Россия)

ЗАМЕСТИТЕЛИ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

Гринь Андрей Анатольевич, д.м.н. (Москва, Россия)
 Евзиков Григорий Юльевич, д.м.н. (Москва, Россия)

ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ

Кордонский Антон Юрьевич, к.м.н. (Москва, Россия)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Гизатуллин Шамиль Хамбалович, д.м.н. (Москва, Россия)
 Григорьев Андрей Юрьевич, д.м.н. (Москва, Россия)
 Дашьян Владимир Григорьевич, д.м.н. (Москва, Россия)
 Дмитриев Александр Юрьевич, к.м.н. (Москва, Россия)
 Древалль Олег Николаевич, д.м.н., профессор (Москва, Россия)
 Кондаков Евгений Николаевич, д.м.н., профессор (Санкт-Петербург, Россия)
 Коновалов Николай Александрович, чл.-корр. РАН, д.м.н., профессор (Москва, Россия)
 Кравец Леонид Яковлевич, д.м.н., профессор (Нижний Новгород, Россия)
 Левченко Олег Валерьевич, профессор РАН, д.м.н. (Москва, Россия)
 Лихтерман Леонид Болеславович, д.м.н., профессор, заслуженный деятель науки РФ (Москва, Россия)
 Петриков Сергей Сергеевич, чл.-корр. РАН, д.м.н. (Москва, Россия)
 Полунина Наталья Алексеевна, к.м.н. (Москва, Россия)
 Солодов Александр Анатольевич, д.м.н. (Москва, Россия)
 Тальпов Александр Эрнестович, д.м.н. (Москва, Россия)
 Тиссен Теодор Петрович, д.м.н., профессор, заслуженный врач РФ (Москва, Россия)
 Трофимова Елена Юрьевна, д.м.н., профессор (Москва, Россия)
 Усачев Дмитрий Юрьевич, чл.-корр. РАН, д.м.н., профессор (Москва, Россия)
 Элиава Шалва Шалвович, чл.-корр. РАН, д.м.н., профессор (Москва, Россия)

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Балязин Виктор Александрович, д.м.н., профессор, заслуженный врач РФ (Ростов-на-Дону, Россия)
 Гайдар Борис Всеволодович, академик РАН, д.м.н., заслуженный деятель науки РФ (Санкт-Петербург, Россия)
 Гуляев Дмитрий Александрович, д.м.н. (Санкт-Петербург, Россия)
 Коновалов Александр Николаевич, академик РАН, д.м.н., профессор, заслуженный деятель науки РФ (Москва, Россия)
 Кривошапкин Алексей Леонидович, чл.-корр. РАН, д.м.н., профессор (Новосибирск, Россия)
 Мануковский Вадим Анатольевич, д.м.н., заслуженный врач РФ (Санкт-Петербург, Россия)
 Музлаев Герасим Григорьевич, д.м.н., профессор (Краснодар, Россия)
 Парфенов Валерий Евгеньевич, д.м.н., профессор, заслуженный врач РФ (Санкт-Петербург, Россия)
 Рзаев Джамиль Афетович, д.м.н. (Новосибирск, Россия)
 Савелло Александр Викторович, д.м.н. (Санкт-Петербург, Россия)
 Свистов Дмитрий Владимирович, к.м.н., доцент (Санкт-Петербург, Россия)
 Черebilло Владислав Юрьевич, д.м.н., профессор, заслуженный врач РФ (Санкт-Петербург, Россия)
 Шулёв Юрий Алексеевич, д.м.н., заслуженный врач РФ (Санкт-Петербург, Россия)
 Akshulakov Serik Kuandikovich, д.м.н., профессор (Астана, Республика Казахстан)
 Fanarjyan Ruben Viktorovich, д.м.н., профессор, почетный профессор Армянского отделения РАЕН (Ереван, Республика Армения)
 Hu Shaoshan, профессор (КНР)
 Rasulic Lukas, профессор (Сербия)
 Servadei Franco, профессор (Италия)
 Slavin Konstantin, доктор медицины, профессор (США)
 Spallone Aldo, доктор медицины, профессор (Италия)
 Tu Yong-Kwang, профессор (Тайбэй)
 Zelman Vladimir, профессор (США)

THE JOURNAL OF THE RUSSIAN ASSOCIATION OF NEUROLOGICAL SURGEONS

“Russian Journal of Neurosurgery” is put on the Higher Attestation Commission (HAC) list of leading peer-reviewed scientific periodicals recommended to publish the basic research results of candidate’s and doctor’s theses.

The journal is included in the Scientific Electronic Library and the Russian Science Citation Index (RSCI) and has an impact factor; it is registered in the Scopus database, it is registered in the Web of Science Core Collection, Emerging Sources Citation Index (ESCI), CrossRef, its papers are indexed with the digital object identifier (DOI).



Russian Journal of NEUROSURGERY

QUARTERLY PEER-REVIEWED SCIENTIFIC-AND-PRACTICAL JOURNAL

The aims of the journal are to inform specialists on developments in neurosurgery and to promote higher treatment effectiveness in patients with disorders of the spinal cord and the brain.

The main objectives of the journal are coverage of new techniques in neurosurgery, neurology, radiation and functional diagnostics; advancement of the level of professionalism of neurosurgeons; provision of a publication for the authors to present their results. Additionally, the journal announces Russian and international scientific and practical conferences on neurosurgery, neurocritical care, master classes and other educational events, as well as new guidelines and monographs.

The journal publishes results of experimental and clinical studies, literature reviews, clinical guidelines, clinical cases, announcements of future conferences and educational cycles, as well as historical essays on neurosurgery and prominent representatives of the profession.

FOUNDED IN 1998

1 VOL. 24
'22

Founder:

V.V. Krylov

Editorial Office:

Research Institute of Carcinogenesis,
Floor 3, Build. 15, 24 Kashirskoye
Shosse, Moscow, 115478.
Tel./Fax: +7 (499) 929-96-19
e-mail: abv@abvpress.ru
www.abvpress.ru

Articles should be sent

N.V. Sklifosovsky Research Institute for
Emergency Medicine, Moscow Healthcare
Department; Build 21, 3 Bol'shaya
Sukharevskaya Sq., Moscow 129010,

Russia (+7 (495) 680-95-73,
+7 (926) 187-48-75) or through your
personal account on the website
<https://www.therjn.com>

*Editor E.A. Orlova-Yar
Proofreader N.A. Vilenkina
Designer E.V. Stepanova
Maker-up O.V. Goncharuk*

*Subscription & Distribution Service
I.V. Shurgaeva, +7 (499) 929-96-19,
base@abvpress.ru*

*Project Manager
N.A. Kovaleva +7 (499) 929-96-19,
n.kovaleva@abvpress.ru*

*The journal was registered
at the Federal Service for Surveillance
of Communications, Information
Technologies, and Mass
Media (FSS No. 77-7205
dated 31 January 2001)*

**If materials are reprinted in whole
or in part, reference must necessarily
be made to the “Neyrokhirurgiya”.**

**The editorial board is not responsible
for advertising content.**

**The authors' point of view given
in the articles may not coincide
with the opinion of the editorial board.**

ISSN 2587-7569 (Online)

ISSN 1683-3295 (Print)

Neyrokhirurgiya.
2022. Vol 24. No. 1. 1–120.
Submitted: 25.03.2022.

© PH “ABV-Press”, 2022

Pressa Rossii catalogue index:
39895

Printed at the Mediacolor LLC.
19, Signalnyy Proezd, Moscow,
127273.

2,000 copies. Free distribution.

<http://www.therjn.com/jour/index>

EDITOR-IN-CHIEF

Krylov Vladimir V., *Academician of the Russian Academy of Sciences, MD, DMSc, Professor, Honored Scientist of the Russian Federation (Moscow, Russia)*

DEPUTY EDITOR-IN-CHIEF

Grin Andrey A., *MD, DMSc (Moscow, Russia)*

Evzikov Grigoriy Yu., *MD, DMSc (Moscow, Russia)*

EXECUTIVE SECRETARY

Kordonskiy Anton Yu., *MD, PhD (Moscow, Russia)*

EDITORIAL BOARD

Gizatullin Shamil Kh., *MD, DMSc (Moscow, Russia)*

Grigoryev Andrey Yu., *MD, DMSc (Moscow, Russia)*

Dashyan Vladimir G., *MD, DMSc (Moscow, Russia)*

Dmitriev Aleksandr Yu., *MD, PhD (Moscow, Russia)*

Dreval Oleg N., *MD, DMSc, Professor (Moscow, Russia)*

Kondakov Evgeniy N., *MD, DMSc, Professor (Saint Petersburg, Russia)*

Konovalov Nikolay A., *Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, MD, DMSc, Professor (Moscow, Russia)*

Kravets Leonid Ya., *MD, DMSc, Professor (Nizhny Novgorod, Russia)*

Levchenko Oleg V., *Professor of the Russian Academy of Sciences, MD, DMSc (Moscow, Russia)*

Likhterman Leonid B., *MD, DMSc, Professor, Honored Scientist of the Russian Federation (Moscow, Russia)*

Petrikov Sergey S., *Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, MD, DMSc (Moscow, Russia)*

Polunina Natalya A., *MD, PhD (Moscow, Russia)*

Solodov Aleksandr A., *MD, DMSc (Moscow, Russia)*

Talypov Aleksandr E., *MD, DMSc (Moscow, Russia)*

Tissen Teodor P., *MD, DMSc, Professor, Honored Doctor of the Russian Federation (Moscow, Russia)*

Trofimova Elena Yu., *MD, DMSc, Professor (Moscow, Russia)*

Usachev Dmitry Yu., *Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, MD, DMSc, Professor (Moscow, Russia)*

Eliava Shalva Sh., *Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, MD, DMSc, Professor (Moscow, Russia)*

EDITORIAL COUNCIL

Balyazin Viktor A., *MD, DMSc, Professor, Honored Doctor of the Russian Federation (Rostov-on-Don, Russia)*

Gaidar Boris V., *Academician of the Russian Academy of Sciences, MD, DMSc, Honored Scientist of the Russian Federation (Saint Petersburg, Russia)*

Gulyaev Dmitry A., *MD, DMSc (Saint Petersburg, Russia)*

Konovalov Aleksandr N., *Academician of the Russian Academy of Sciences, MD, DMSc, Professor, Honored Scientist of the Russian Federation (Moscow, Russia)*

Krivoshapkin Alexey L., *Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, MD, DMSc, Professor (Novosibirsk, Russia)*

Manukovskiy Vadim A., *MD, DMSc, Honored Doctor of the Russian Federation (Saint Petersburg, Russia)*

Muzlaev Gerasim G., *MD, DMSc, Professor (Krasnodar, Russia)*

Parfenov Valeriy E., *MD, DMSc, Honored Doctor of the Russian Federation (Saint Petersburg, Russia)*

Rzaev Dzhamil A., *MD, DMSc (Novosibirsk, Russia)*

Savello Aleksandr V., *MD, DMSc (Saint Petersburg, Russia)*

Svistov Dmitry V., *MD, PhD, Associate Professor (Saint Petersburg, Russia)*

Cherebillo Vladislav Yu., *MD, DMSc, Professor, Honored Doctor of the Russian Federation (Saint Petersburg, Russia)*

Shulev Yury A., *MD, DMSc, Honored Doctor of the Russian Federation (Saint Petersburg, Russia)*

Akshulakov Serik K., *MD, DMSc, Professor (Astana, Republic of Kazakhstan)*

Fanarjyan Ruben V., *MD, DMSc, Professor, Honored Professor of Armenian Branch of Russian Academy of Natural Science (Yerevan, Republic of Armenia)*

Hu Shaoshan, *MD, PhD, Professor (China)*

Rasulic Lukas, *MD, PhD, Professor (Serbia)*

Servadei Franco, *MD, PhD, Professor (Italy)*

Slavin Konstantin, *MD, DMSc, Professor (USA)*

Spallone Aldo, *MD, DMSc, Professor (Italy)*

Tu Yong-Kwang, *MD, PhD, Professor (Taipei)*

Zelman Vladimir, *MD, PhD, Professor (USA)*



ПЛАН МЕРОПРИЯТИЙ

Ассоциации нейрохирургов России на 2022 год

- 1. Образовательный курс по нейрохирургии в рамках VIII Московского юбилейного нейрохирургического форума к 90-летию Института.**
Дата проведения: 20 мая 2022 года
Место проведения:
ФГАУ «НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н. Н. Бурденко» Минздрава России (Конгресс-центр, ул. Фадеева, д. 5, стр. 7)
- 2. Конференция нейрохирургов Южного Федерального округа с международным участием. Совещание главных нейрохирургов Южного ФО.**
Даты проведения: 23–24 мая 2022 года
Место проведения: Ростов-на-Дону
- 3. Всероссийский нейрохирургический Форум.**
Даты проведения: 15–17 июня 2022 года
Место проведения: гостиница «Radisson Славянская» (Москва, площадь Европы, 2)
- 4. Образовательный курс по вертебрологии.**
Даты проведения: 23–24 июня 2022 года
Место проведения: Санкт-Петербургский НИИ скорой помощи имени И. И. Джанелидзе (Санкт-Петербург, Будапештская ул., д. 3, лит. А, конференц-зал).
- 5. Конференция нейрохирургов Приволжского Федерального округа. Совещание главных нейрохирургов Приволжского ФО.**
Даты проведения: 30 июня – 01 июля 2022 года
Место проведения: Чебоксары
- 6. Всероссийская научно-практическая конференция «Актуальные вопросы лечения дегенеративных заболеваний и повреждений позвоночника»**
Даты проведения: 30 июня – 01 июля 2022 года
Место проведения:
ККБ № 1 им. проф. С. В. Очаповского (Краснодар, ул. Российская, д. 140).
- 7. Третий Сибирский нейрохирургический конгресс. Совещание главных нейрохирургов Сибирского ФО.**
Даты проведения: 11–16 июля 2022 года
Место проведения:
ФЦН (Новосибирск, ул. Немировича-Данченко, дом 132/1), гостиница «Domina Novosibirsk» (Новосибирск, ул. Ленина, д. 26)
- 8. IX ежегодная конференция нейрохирургов Северо-Западного Федерального округа. Совещание главных нейрохирургов Северо-Западного ФО.**
Даты проведения: 16–17 сентября 2022 года
Место проведения: Санкт-Петербург
- 9. Конференция нейрохирургов Центрального Федерального округа. Пленум Правления Ассоциации нейрохирургов России и совещание главных нейрохирургов Центрального ФО.**
Даты проведения: 22–23 сентября 2022 года
Место проведения: Иваново
- 10. НейроФест (Конкурс клинических наблюдений). Совещание главных нейрохирургов Уральского ФО.**
Даты проведения: 06–07 октября 2022 года
Место проведения:
Конгресс-центр «Синара Центр» (Екатеринбург, Верх-Исетский бульвар, 15/4, Новый корпус)
- 11. Конференция нейрохирургов Дальневосточного Федерального округа. Совещание главных нейрохирургов Дальневосточного ФО.**
Даты проведения: 13–14 октября 2022 года
Место проведения: Хабаровск
- 12. Научно-практическая нейрохирургическая конференция «Университетские встречи»**
Даты проведения: ноябрь 2022 года
Место проведения:
ФГАУ «НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н. Н. Бурденко» Минздрава России (Конгресс-центр, ул. Фадеева, д. 5, стр. 7)
- 13. Конференция нейрохирургов Северо-Кавказского Федерального округа. Совещание главных нейрохирургов Северо-Кавказского ФО.**
Даты проведения: декабрь 2022 года
Место проведения: Карачаево-Черкесия

СОДЕРЖАНИЕ

ОРИГИНАЛЬНАЯ РАБОТА

- А.В. Калиновский, М.В. Сергеев, А.В. Зотов, А.Р. Касымов, Е.В. Гормольцова*
Трансфальксный доступ при удалении опухолей головного мозга12
- К.В. Шевченко, В.Н. Шиманский, С.В. Тяняшин, В.К. Пошатаев, В.В. Карнаузов, М.В. Колычева, К.Д. Соложенцева, Р.М. Афандиев, А.Д. Донской*
Хирургическое лечение пациентов с идиопатической обструкцией отверстия Монро22
- М.Я. Ядгаров, В.А. Смирнов, С.А. Базанович, С.И. Рябов, Е.В. Григорьева, В.П. Чехонин, А.А. Гринь*
Метод количественной оценки объема и структуры посттравматических образований в спинном мозге животных моделей с применением магнитно-резонансной томографии38
- Н.Ш. Месхия*
Опыт хирургического лечения пострадавших с тяжелой черепно-мозговой травмой45
- А.Э. Талыпов*
 Комментарий к статье Н.Ш. Месхия «Опыт хирургического лечения пострадавших с тяжелой черепно-мозговой травмой» 55
- Л.Т. Хамидова, П.Г. Евграфов, Н.В. Рыбалко, И.М. Шетова, С.С. Петриков, В.В. Крылов*
Транскраниальное дуплексное сканирование в оценке исхода микрохирургического лечения пациентов с разрывами церебральных аневризм56

НАБЛЮДЕНИЕ ИЗ ПРАКТИКИ

- Д.Л. Пасхин, Е.А. Беляк, С.А. Асратян, Н.В. Загородний, Ф.Л. Лазко, А.П. Призов, С.Н. Шурыгин, К.В. Маршал*
Артроскопический транспапулярный невролиз подмышечного нерва (наблюдение из практики)69
- I. Bishnoi, A. Jagetia, P. Kumar, D. Sachdeva*
Редкое клиническое наблюдение: множественные псевдоаневризмы внутренней сонной артерии и ипсилатеральная каротидно-кавернозная фистула, развившиеся в результате травмы головы 79

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

- А.П. Сайфуллин, А.Я. Алейник, А.Е. Боков, Ю.А. Израелян, С.Г. Млявых*
Технология ускоренного восстановления ERAS в спинальной нейрохирургии: систематический обзор литературы83
- В.А. Белобородов, И.А. Степанов*
Чрескожная лазерная нуклеопластика на поясничном уровне: обзор литературы101

ПУБЛИЦИСТИКА

- Б.А. Абусуева, С.Б. Манышев, К.Б. Манышева*
Профессор Р.У. Умаханов и развитие нейрохирургии в Дагестане во второй половине XX века110
- А.Ю. Улитин*
 Рецензия на монографию В.В. Могилы «Абсцессы головного мозга» (Симферополь: Изд-во «Форма», 2021. 302 с.) 118

НЕКРОЛОГ

- Памяти Бориса Всеволодовича Гайдара (1946–2021)**119

CONTENTS

ORIGINAL REPORT

- A.V. Kalinovskiy, M.V. Sergeev, A.V. Zotov, A.R. Kasymov, E.V. Gormolysova*
Transfalx approach for removal of the brain tumors12
- K.V. Shevchenko, V.N. Shimanskiy, S.V. Tanyashin, V.K. Poshataev, V.V. Karnaukhov, M.V. Kolycheva, K.D. Solozhentseva, R.M. Afandiev, A.D. Donskoy*
Surgical treatment of patients with idiopathic obstruction of the foramen of Monro22
- M.Ya. Yadgarov, V.A. Smirnov, S.A. Bazanovich, S.I. Ryabov, E.V. Grigorieva, V.P. Chekhonin, A.A. Grin*
The method of quantitative assessment of posttraumatic spinal cord injury volume and structure in animal models using magnetic resonance tomography38
- N.Sh. Meskhiya*
Experience of surgical treatment of patients with severe traumatic brain injury45
- A.E. Talypov*
Commentary to N.S. Meschia article “Experience of surgical treatment of patients with severe traumatic brain injury” 55
- L.T. Hamidova, P.G. Evgrafov, N.V. Rybalko, I.M. Shetova, S.S. Petrikov, V.V. Krylov*
Transcranial duplex sonography in assessing microsurgical treatment outcome for patients with ruptured cerebral artery aneurysms56

FOR PRACTITIONERS

- D.L. Pashkin, E.A. Belyak, S.A. Asratyan, N.V. Zagorodniy, F.L. Lazko, A.P. Prizov, S.N. Shurygin, K.V. Marshal*
Arthroscopic transcapsular neurolysis of the axillary nerve (clinical case)69
- I. Bishnoi, A. Jagetia, P. Kumar, D. Sachdeva*
A rare case report of trauma manifesting as multiple pseudoaneurysms of internal carotid artery and ipsilateral carotid cavernous fistula79

LITERATURE REVIEW

- A.P. Sayfullin, A.Ya. Aleynik, A.E. Bokov, Yu.A. Israelyan, S.G. Mlyavykh*
Enhanced recovery after surgery (ERAS) in spine surgery: A systematic review83
- V.A. Beloborodov, I.A. Stepanov*
Percutaneous laser nucleoplasty at lumbar level: Literature review101

PUBLICISM

- B.A. Abusueva, S.B. Manyshv, K.B. Manyshva*
Professor R.U. Umakhanov and the development of neurosurgery in Dagestan in the second half of the 20th century110
- A.Yu. Ulitin*
Book review: V.V. Mogila “Brain abscesses” (Simferopol: Izd-vo “Forma”, 2021. 302 p.) 118

OBITUARY

- In memory of Boris Vsevolodovich Gaydar (1946–2021)**119

ТРАНСФАЛЬКСНЫЙ ДОСТУП ПРИ УДАЛЕНИИ ОПУХОЛЕЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА

А.В. Калиновский^{1,2}, М.В. Сергеев¹, А.В. Зотов¹, А.Р. Касымов¹, Е.В. Гормольсова¹

¹ФГБУ «Федеральный центр нейрохирургии» Минздрава России; Россия, 630087 Новосибирск, ул. Немировича-Данченко, 132/1;

²ФГБОУ ВО «Красноярский государственный медицинский университет им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого» Минздрава России; Россия, 660022 Красноярск, ул. Партизана Железняка, 1

Контакты: Антон Владимирович Калиновский akalinovsky1980@gmail.com

Введение. Малоинвазивные методики в хирургии опухолей головного мозга – одно из приоритетных направлений, ставящих целью сохранение функций смежных с опухолями структур центральной нервной системы. Выполнение доступов по естественным арахноидальным пространствам с рассечением фалькса, без дополнительной травмы интактного мозгового вещества может быть альтернативой общепринятым прямым доступам к опухолям межполушарной щели.

Результаты. Представлены результаты хирургического лечения 18 пациентов с опухолями в области межполушарной щели различной гистологической структуры. Удаление данных образований проведено через контралатеральный трансфальксный доступ. Радикальность составила 100 %. В послеоперационном периоде не отмечено роста неврологического дефицита, регресс неврологической симптоматики наблюдался в 67 % случаев.

Заключение. Контралатеральный трансфальксный доступ может быть рекомендован как альтернативный вариант для лечения ряда пациентов с опухолями межполушарной щели, как малоинвазивный, малотравматичный и эффективный.

Ключевые слова: опухоль межполушарной щели, трансфальксный контралатеральный доступ, минимально инвазивное удаление опухолей головного мозга

Для цитирования: Калиновский А.В., Сергеев М.В., Зотов А.В. и др. Трансфальксный доступ при удалении опухолей головного мозга. Нейрохирургия 2022;24(1)12–21. DOI: 10.17650/1683-3295-2022-24-1-12-21.

Transfalx approach for removal of the brain tumors

A. V. Kalinovskiy^{1,2}, M. V. Sergeev¹, A. V. Zotov¹, A. R. Kasymov¹, E. V. Gormolysova¹

¹Federal Neurosurgical Center (Novosibirsk), Ministry of Health of Russia; 132/1 Nemirovicha-Danchenko St., Novosibirsk 630087, Russia;

²Prof. V. F. Voino-Yasensky Krasnoyarsk State Medical University; 1 Partisan Zheleznyak St., Krasnoyarsk 660022, Russia

Contacts: Anton Vladimirovich Kalinovskiy akalinovsky1980@gmail.com

Introduction. Minimally invasive techniques in brain tumor surgery are the priority tasks for preserving the function of the structures of the central nervous system adjacent to tumors. The approaches through the natural arachnoid spaces avoiding additional trauma to the intact brain with dissection of the falx, can be an alternative to conventional direct approaches to the interhemispheric fissure tumors.

Results. This paper presents the results of surgical treatment of 18 patients with tumors of the interhemispheric fissure of various histological structures, which underwent removal of the lesions through the contralateral transfalx approach. Radicality was achieved in 100 %. there was no increase in neurological deficit in the postoperative period, and the regression of neurological symptoms was noted in 67 % of cases.

Conclusion. The contralateral transfalx approach can be recommended as an alternative option for the treatment of a number of patients with tumors of the interhemispheric fissure, as minimally invasive, less traumatic and effective.

Key words: tumor of the interhemispheric fissure, transfalx contralateral approach, minimally invasive removal of brain tumors

For citation: Kalinovskiy A.V., Sergeev M.V., Zotov A.V. et al. Transfalx approach for removal of the brain tumors. Neyrokhirurgiya = Russian Journal of Neurosurgery 2022;24(1):12–21. (In Russ.). DOI: 10.17650/1683-3295-2022-24-1-12-21.

ВВЕДЕНИЕ

При появлении необходимости в хирургическом лечении опухолей головного мозга перед хирургом почти во всех случаях возникает дилемма — максимально радикальное удаление новообразования с риском ухудшения функционального исхода либо неполное удаление опухоли с целью снижения риска возникновения неврологического дефицита. Ситуация осложняется в случаях глубинного расположения опухолей наличием перитуморозного отека мозгового вещества и выраженным масс-эффектом, вызванным дополнительным опухолевым объемом. Данные факторы могут значительно увеличить риск дополнительной травматизации окружающих опухоль структур (мозговое вещество, артериальные и венозные сосуды), затруднять визуализацию опухолевой ткани и окружающего мозга, ограничивать степень радикальности удаления патологического образования. Данную проблему отчасти можно решить с помощью применения нестандартных и непривычных методик хирургической техники.

При рассмотрении таких более щадящих вариантов хирургического лечения отчетливо вырисовывается доктрина доступов к объемным образованиям, расположенным в функционально значимых областях головного мозга, через интактные зоны с исключением необходимости дополнительной травмы мозгового вещества, в том числе со стороны непораженного полушария, с рассечением естественных дубликатур твердой мозговой оболочки — фалькса и тенториума. Начиная с 1990 г. в иностранной литературе стали появляться публикации, в которых описаны и проиллюстрированы подобные методики, посвященные прежде всего удалению сосудистых образований, располагающихся вдоль межполушарной щели. В большинстве случаев данные публикации носили характер *case report*, в них отчетливо отражены преимущества данных подходов [1–3]. В том числе видим, что при данном способе хирургии становится возможным максимально радикально удалить объемное образование, минуя либо минимизируя контакт со многими проводящими путями и функциональными зонами головного мозга, а также сохраняя окружающие патологический процесс структуры головного мозга [4].

Цель работы — оценить удаление опухолей межполушарной щели через контралатеральный межполушарный доступ с точки зрения эффективности, безопасности и сохранности структур головного мозга, окружающих опухоли.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В период с 2014 по 2020 г. в отделении нейроонкологии Федерального центра нейрохирургии (Новосибирск) прооперировано 18 пациентов с опухолями, расположенными в межполушарной щели: выполнены хирургические вмешательства с использованием контралатерального трансфальксного доступа (КТФД).

Среди 18 пациентов 6 мужчин и 12 женщин (соотношение 1: 2), возраст пациентов на момент операции — от 35 до 71 года (средний возраст — 57 лет). У всех пациентов клиническая картина заболевания проявлялась общемозговой симптоматикой (100 %), гемипарезами — 10 (55 %), судорожными приступами — 6 (33 %). В зависимости от отношения опухолей к фальксу последние разделены на 3 подгруппы: расположенные в проекции передней, средней или задней трети. Локализация опухолей: в проекции передней трети фалькса — 10 (55 %), в средней — 7 (39,5 %), в задней — 1 (5,5 %) опухоль. Среди всех опухолей данной локализации преобладали внутримозговые опухоли — диагностированы у 11 (61 %) пациентов (глиомы — у 6, паренхиматозные метастазы — у 5). Из 11 пациентов у 7 (39 %) опухоли имели непосредственную связь с фальксом (менингиомы фалькса — у 6, оболочечный метастаз в фалькс — у 1 пациента) (табл. 1).

В 2 случаях из 18 мы выполнили контралатеральный доступ к опухолям у пациентов, которым ранее предприняты неудачные попытки удаления опухолей ипсилатеральными доступами в других медицинских учреждениях. В обоих случаях первые попытки удаления опухолей не увенчались успехом в связи с выраженным отеком мозгового вещества и невозможностью осуществить доступ к опухоли вдоль фалькса со стороны локализации опухолей (рис. 1 а). В обоих случаях у пациентов не только сохранялся патологический очаг, но и появился грубый неврологический дефицит в виде гемиплегии — в связи с пролабированием отека мозгового вещества в дефект твердой мозговой оболочки и повреждения корковых вен в месте их впадения в верхний сагиттальный синус. В результате повторных операций через контралатеральный доступ с минимальным расширением костного дефекта удалось радикально удалить данные очаги без дополнительной травмы мозгового вещества (см. рис. 1 б, в).

Предоперационное планирование включало выполнение всем пациентам нейровизуализационных исследований: МРТ головного мозга с контрастированием, МР-ангиография, МР-трактография, функциональная МРТ с уточнением локализации двигательных центров.

Таблица 1. Основные характеристики пациентов, оперированных через контралатеральный трансфальксный доступ
Table 1. Main characteristics of patients operated through the contralateral transfalx approach

№ пациента Patient number	Пол Sex	Возраст, лет Age, years	Расположение опухоли фалькса Location of tumor to falx	Гистология Pathology	Размеры средние, мм Average size, mm	Клинические проявления Clinical manifestations
1	М M	71	1/3	Mts аденокарциномы Mts of adenocarcinoma	25	Эпилепсии Epilepsy
2	М M	65	2/3	Менингиома Meningioma	46	Гемипарез Hemiparesis
3	Ж F	49	1/3	Менингиома Meningioma	30	Эпилепсии Epilepsy
4	Ж F	70	1/3	Менингиома Meningioma	41	—
5	Ж F	44	1/3	Менингиома Meningioma	19	Эпилепсии Epilepsy
6	Ж F	65	2/3	Глиобластома Glioblastoma	35	Гемипарез Hemiparesis
7	М M	60	2/3	Mts светлоклеточного рака Mts of clearcell carcinoma	12	Эпилепсии Epilepsy
8	Ж F	66	1/3	Менингиома Meningioma	23	—
9	Ж F	57	3/3	Глиобластома Glioblastoma	27	Гемипарез Hemiparesis
10	Ж F	35	1/3	Глиобластома Glioblastoma	40	Гемипарез Hemiparesis
11	М M	61	1/3	Глиобластома Glioblastoma	41	—
12	Ж F	50	2/3	Mts аденокарциномы Mts of adenocarcinoma	29	Гемипарез Hemiparesis
13	М M	59	1/3	Менингиома Meningioma	43	Эпилепсии Epilepsy
14	Ж F	64	1/3	Mts аденокарциномы Mts of adenocarcinoma	23	Гемипарез Hemiparesis
15	Ж F	55	2/3	Mts аденокарциномы Mts of adenocarcinoma	26	Гемипарез Hemiparesis
16	М M	56	2/3	Глиобластома Glioblastoma	24	Гемипарез Hemiparesis
17	Ж F	59	1/3	Mts светлоклеточного рака Mts of clearcell carcinoma	16	—
18	Ж F	53	2/3	Глиобластома Glioblastoma	42	Гемипарез Hemiparesis
		Средний возраст: 57,7 ± 9,1 Average age: 57.7 ± 9.1			Средний размер: 30,1 ± 10,2 Average size: 30.1 ± 10.2	

Примечание. Расположение опухоли фалькса: 1/3 – передняя треть фалькса, 2/3 – средняя треть фалькса, 3/3 – задняя треть фалькса. Mts – метастазы опухоли.

Note. Location of tumor to falx: 1/3 – anterior third of falx; 2/3 – middle third of falx; 3/3 – posterior third of falx. Mts – tumor metastases.

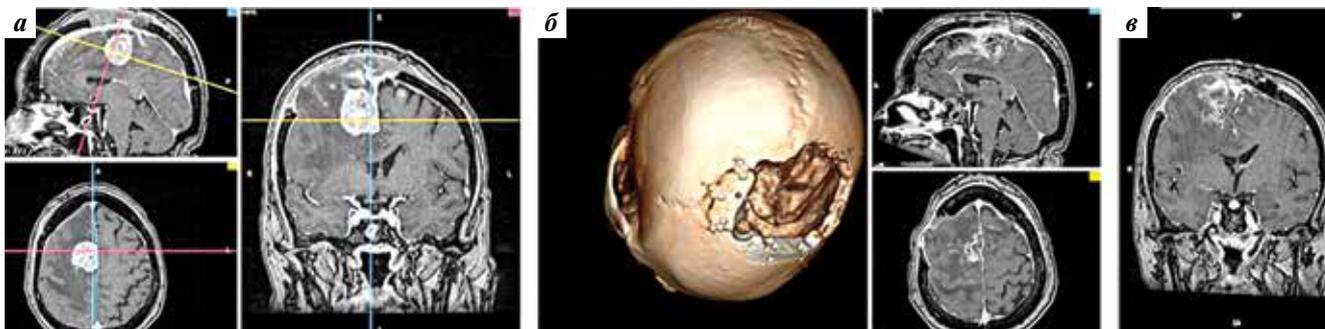


Рис. 1. Исследование головного мозга: а – МРТ (T1-режим с контрастным усилением) после попытки удаления опухоли межполушарной щели со стороны опухоли, осложненной выраженным отеком мозга; б – 3D-реконструкция КТ, демонстрирующая размеры первичной резекционной трепанации и дополнительной краниотомии, выполненной во время 2-й операции при удалении опухоли через КТФД; в – МРТ (T1-режим с контрастным усилением) после удаления опухоли межполушарной щели через КТФД

Fig. 1. Brain Study: а – MRI (T1-weighted with contrast images) after an attempt to remove the tumor of the interhemispheric fissure from the side of the tumor complicated by severe cerebral edema; б – 3D-reconstruction of a CT-scan showing the dimensions of the primary resection trepanation and additional craniotomy performed during the 2nd operation when the tumor was removed through the contralateral transfalx approach; в – MRI (T1-weighted with contrast images) after removal of the tumor of the interhemispheric fissure through the transfalx contralateral approach

МРТ-исследования головного мозга с контрастированием и МР-ангиография позволили уточнить локализацию новообразования, взаимоотношение опухоли с перикаллезными артериями, наличие и локализацию вен, впадающих в верхний сагиттальный синус над опухолью и на противоположной стороне в зоне планируемого доступа. МР-трактографию и функциональную МРТ с уточнением локализации двигательных центров выполняли при внутримозговых опухолях для оценки локализации кортико-спинального тракта относительно опухоли.

Выбор в пользу применения контралатерального доступа складывался по совокупности нескольких нейровизуализационных признаков. Обязательное условие для использования КТФД при удалении опухолей межполушарной щели – расположение верхнего полюса опухоли ниже или на границе нижнего края верхнего сагиттального синуса. Локализация образований для выбора данного доступа представлена на рис. 2.

Данные предоперационного МРТ-исследования головного мозга с контрастированием во всех случаях использовали в качестве интраоперационного планирования совместно с интраоперационной безрамочной навигацией.

Послеоперационный контроль включал выполнение следующих исследований:

- МСКТ головного мозга в течение 12 ч после операции с целью исключения геморрагических осложнений;
- МРТ головного мозга с контрастированием в течение 24 ч после операции с целью оценки радикальности удаления опухолей, диагностики ишемических нарушений как со стороны доступа, так и со стороны удаленной опухоли. Радикальным считали удаление, при котором отсутствовала остаточная опухоль по данным послеоперационного МРТ-исследования с контрастированием.

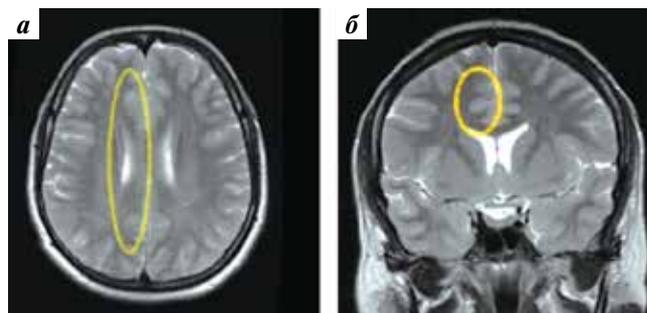


Рис. 2. Область возможной локализации опухолей (желтым) для применения КТФД в аксиальной (а) и коронарной (б) проекциях

Fig. 2. The area of possible localization of tumors (highlighted in yellow) for the use of contralateral transfalx approach in axial (а) and coronal (б) projections

После хирургического вмешательства проводили оценку очагового неврологического дефицита в послеоперационном периоде и динамики неврологических нарушений по сравнению с предоперационным периодом.

Катамнез отслеживали в ходе консультативных осмотров пациентов в поликлинике с результатами контрольных МРТ-исследований головного мозга с контрастированием.

Техника вмешательства. Операции во всех случаях выполняли в положении пациента на спине с приподнятым головным концом (от 15 до 60°, в зависимости от локализации опухоли относительно передних, средних или задних отделов фалькса) с целью гравитационной релаксации мозгового вещества со стороны доступа и облегчения венозного оттока от головного мозга. Не использовали описываемое в литературе для данного доступа положение пациента на боку, несмотря на это присутствовала возможность адекватного обнажения фалькса и не требовалось использование ретракционных систем. Голову пациента фиксировали

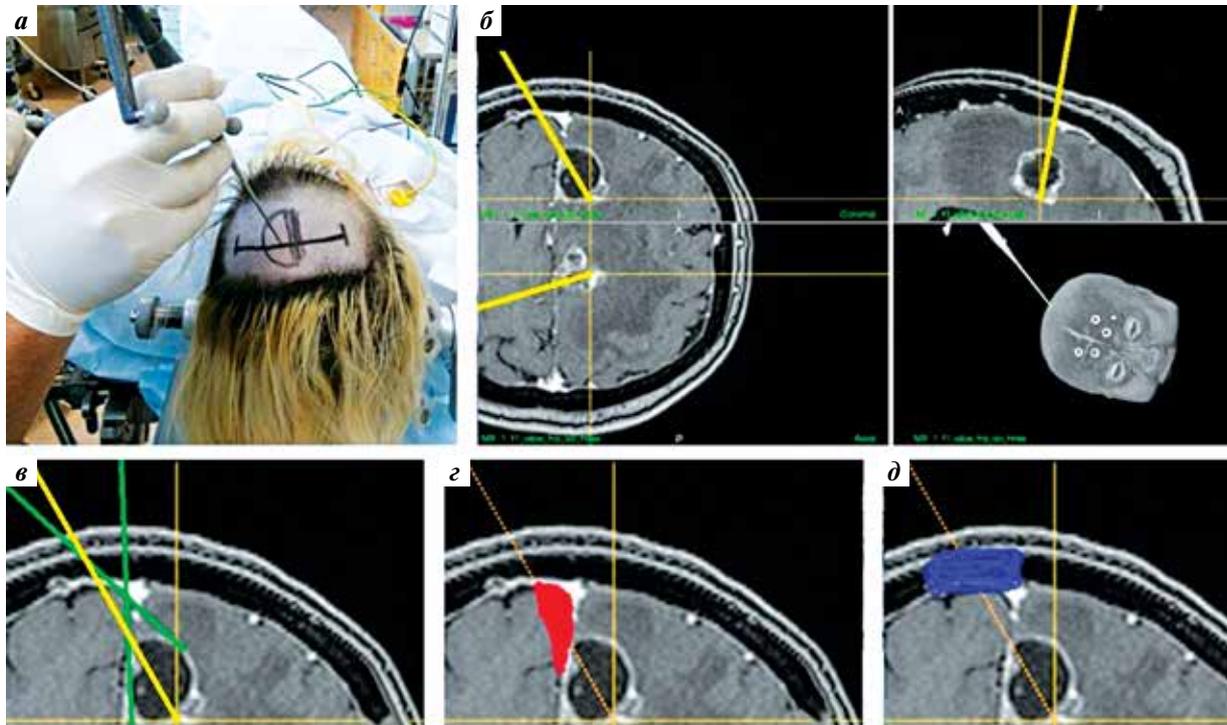


Рис. 3. Положение пациента на операционном столе, проекция доступа и разреза мягких тканей, спланированные с использованием интраоперационной навигации (а); траектория направления указки навигации (желтая линия) на наиболее глубокий участок опухоли (б); проекция линий обзора (зеленые линии) медиальной и латеральной стенок опухоли (в); область необходимой трaкции мозга (красным) для адекватного обзора опухоли (г); размеры краниотомии (синим) для обеспечения адекватного обзора и манипуляций в операционном поле (д)

Fig. 3. The position of the patient on the operating table, the projection of the approach and skin incision, planned using intraoperative navigation (a); the trajectory of the direction of the navigation pointer (yellow line) to the deepest part of the tumor (б); projection of lines of sight of the medial and lateral walls of the tumor (green lines) (в); the area of necessary brain traction (red) for an adequate view of the tumor (г); dimensions of the craniotomy (blue) to ensure adequate visibility and manipulation in the surgical field (д)

по средней линии с направлением фалькса перпендикулярно горизонтали. Размеры и локализацию краниотомии определяли после выполнения навигационной разметки и планирования траектории доступа к опухоли. На этапе предоперационного планирования моделировали проекцию доступа относительно вен, впадающих в верхний сагиттальный синус, для того чтобы избежать их травмы во время вмешательства (рис. 3).

Медиальный край краниотомии выполняли с обнажением верхнего сагиттального синуса не менее чем на 50 % от его поперечника для максимального обзора межполушарной щели со стороны доступа. Латеральный край краниотомии формировали с учетом необходимого угла обзора, проекция которого демонстрировалась на навигационной станции (проекционные линии обзора см. на рис. 3в). После вскрытия и оттеснения твердой мозговой оболочки медиально в сторону верхнего сагиттального синуса сделан доступ к межполушарной щели и участку фалькса, проекционно расположенного напротив опухоли. Оттеснение мозгового вещества во всех случаях проходило без использования ретракционных систем. Для удержания мозгового вещества на расстоянии от фалькса использовали ватные полоски, которые помещали кпереди и кзади от места рассечения фалькса в межполушарной

щели, позволяющие в щадящем режиме поддерживать пространство между мозгом и фальксом и обеспечивать область обзора хирургического поля. Фалькс рассекали при помощи монополярного электроножа в проекции расположения опухоли. Локализацию места вскрытия фалькса уточняли при помощи навигационной системы. Дальнейшее удаление опухолей проводили по общепринятым нейрохирургическим методикам, не отличающимся от стандартных манипуляций.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Среднее время операции удаления новообразования — 1 ч 52 мин (от 60 до 190 мин). Кровопотеря не превысила 250 мл и в среднем составила 105 мл (от 50 до 300 мл). Характеристика операции и ее результаты представлены в табл. 2.

В результате использования трансфальксного доступа у всех 18 пациентов удалось достичь радикального удаления опухолей. После вмешательства ни в одном случае не отмечено геморрагических или ишемических нарушений в зоне операционного доступа на противоположной стороне от образований, что свидетельствует о безопасности выбранной тактики. В одном случае у пациента обнаружены геморрагические изменения в ложе удаленной опухоли,

которые не отразились на его неврологическом статусе и не потребовали повторного хирургического вмешательства. Из 9 у 6 (67 %) пациентов с дооперационными парезами в течение раннего послеоперационного периода отмечено восстановление силы в паретичных конечностях. Дополнительного неврологического дефицита, связанного с воздействием на

контралатеральные структуры головного мозга на стороне доступа, не выявлено.

КЛИНИЧЕСКИЙ ПРИМЕР

Пациентка Г., 1966 г.р., госпитализирована в отделение нейроонкологии Федерального центра нейрохирургии (Новосибирск) с жалобами на слабость в левых

Таблица 2. Результаты хирургического лечения

Table 2. Results of surgical treatment

№ пациента Patient number	Время операции, мин Time of operation, min	Кровопотеря, мл Bloodloss, ml	Радикаль- ность Radical resection rate	Очаговая симптоматика Local symptoms	
				до операции pre-op	после операции (сохранилась) post-op
1	65	50	Тотально Total	—	—
2	125	50	Тотально Total	Гемипарез Hemiparesis	Регресс Regression
3	90	50	Тотально Total	—	—
4	75	50	Тотально Total	—	—
5	85	50	Тотально Total	—	—
6	80	50	Тотально Total	Гемипарез Hemiparesis	Регресс Regression
7	120	100	Тотально Total	—	—
8	95	50	Тотально Total	—	—
9	150	150	Тотально Total	Гемипарез Hemiparesis	Без динамики The same
10	160	200	Тотально Total	Гемипарез Hemiparesis	Без динамики The same
11	190	50	Тотально Total	—	—
12	95	50	Тотально Total	Гемипарез Hemiparesis	Регресс Regression
13	180	250	Тотально Total	—	—
14	60	50	Тотально Total	Гемипарез Hemiparesis	Регресс Regression
15	100	250	Тотально Total	Гемипарез Hemiparesis	Без динамики The same
16	180	300	Тотально Total	Гемипарез Hemiparesis	Регресс Regression
17	100	50	Тотально Total	—	—
18	70	100	Тотально Total	Гемипарез Hemiparesis	Регресс Regression
Среднее значение Average	112 ± 42	105 ± 85 мл	100 %	46 %	13 %

конечностях (появилась 3 мес назад и прогрессивно нарастала до момента госпитализации), периодические приступы судорог в левых конечностях (до 3 раз в нед) без потери сознания. На момент госпитализации у больной отмечался левосторонний гемипарез (в руке — 3 балла, в ноге — плегия). По данным проведенного МРТ-исследования выявлено внутримозговое объемное образование в задних отделах правой лобной доли, прилежащее к фальксу в средней его трети. Образование интенсивно накапливало контрастное вещество, сопровождалось выраженным перифокальным отеком и грубой компрессией правого бокового желудочка. Новообразование удалено через КТФД с использованием интраоперационной навигации и нейрофизиологического мониторинга. Техника выполнения операции описана выше. По данным контрольного МСКТ-исследования через 12 ч после операции, признаков геморрагических изменений как на стороне доступа, так и в ложе удаленной опухоли не выявлено. По данным контрольного МРТ-исследования с контрастированием через 24 ч после операции, признаков остаточной опухолевой ткани не обнаружено. Ише-

мических и геморрагических изменений в зоне хирургического доступа не выявлено.

В течение 5 сут после операции у больной отмечался регресс очаговой неврологической симптоматики: восстановление силы в левой руке до 5 баллов, в ноге — до 3 баллов. Гистологическое и иммуногистохимическое исследования подтвердили окончательный диагноз — глиобластома IDH1, R132H-wildtype, WHO-O Grade 4. В послеоперационном периоде пациентке проведено комплексное лечение (дистанционная лучевая терапия — суммарная очаговая доза СОД 60 Гр, 12 курсов химиотерапии темозоломидом). По данным контрольного МРТ-исследования головного мозга с контрастированием через 1 г., признаков рецидива опухоли, а также послеоперационных изменений со стороны хирургического доступа не выявлено (рис. 4).

ОБСУЖДЕНИЕ

Широкий обзор операционного поля и сохранность окружающих патологический очаг мозговых структур — один из залогов хороших результатов

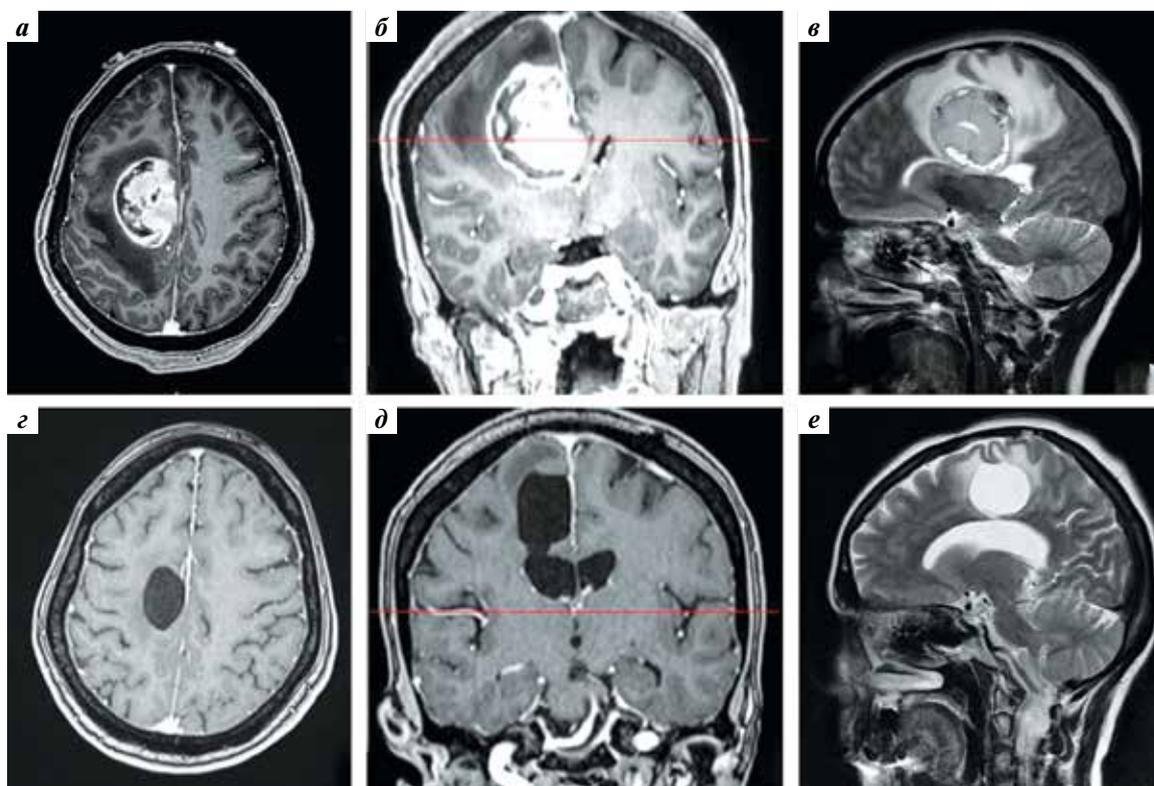


Рис. 4. Предоперационное МРТ-исследование: T1-взвешенное с контрастным усилением в аксиальной и коронарной проекциях (а, б) и T2-взвешенное МРТ-изображение в сагиттальной проекции (в) демонстрируют внутримозговую опухоль, расположенную в задних отделах правой лобной доли, прилегающую к фальксу, с выраженным перифокальным отеком вокруг образования; контрольное T1-взвешенное МРТ-исследование через 1 г. после операции с контрастным усилением в аксиальной и коронарной проекциях (з, д) и T2-взвешенное МРТ-исследование в сагиттальной проекции (е) демонстрируют отсутствие признаков рецидива опухоли и дополнительного повреждения по периметру послеоперационной кистозной полости и в зоне хирургического доступа

Fig. 4. Preoperative T1-weighted axial and coronal contrast-enhanced MRI (a, б) and T2-weighted sagittal MRI (в) demonstrate an intracerebral tumor located in the posterior right frontal lobe adjacent to the falx, with severe perifocal edema around the tumor; postoperative T1-weighted MRI-examination 1 year after surgery with contrast enhancement in axial and coronal projections (з, д), and T2-weighted MRI-examination in sagittal projection (е) show no signs of tumor recurrence and additional damage along the perimeter of the postoperative cystic cavity and in the area of surgical approach

хирургического лечения пациентов с различной нейрохирургической патологией. Глубинно расположенные опухоли, возникшие в межполушарной щели, обычно удаляют из ипсилатерального транспаренхимального или межполушарного доступа. Транспаренхимальный доступ — наиболее прост в исполнении, кажется наиболее оптимальным ввиду прямого и короткого пути к опухоли. Однако транспаренхимальный доступ имеет ряд важных недостатков: прежде всего, необходимость доступа через паренхиму мозга с риском прямого повреждения функционально значимой зоны мозга (кора и проводящие пути), вследствие чего может развиваться необратимый неврологический дефицит. Ипсилатеральный межполушарный доступ к опухолям данной локализации представляется более обоснованным с точки зрения принципов сохранения окружающих опухоль мозговых структур, но, хоть и подразумевает траекторию к опухоли через естественные «анатомические коридоры», часто осложняется наличием выраженного перифокального отека и масс-эффекта от опухолевой ткани. Данные осложнения делают ипсилатеральный межполушарный доступ сложной и достаточно травматичной манипуляцией с необходимостью использования ретракционных систем для отведения мозговой ткани, покрывающей опухоль. Это в свою очередь может увеличить риск повреждения не пораженного опухолью мозгового вещества в проекции доступа, а также развития дополнительных осложнений (тракционное повреждение, венозный инфаркт в результате повреждения вен, впадающих в верхний сагиттальный синус). У 2 пациентов в нашей группе сделаны попытки удаления опухолей межполушарной щели, которые сопровождались вышеперечисленными сложностями, что не позволило хирургам удалить данные образования. Кроме того, в прямое поле зрения зачастую попадают лишь медиально расположенные отделы удаляемой опухоли, что заставляет использовать дополнительную ретракцию для визуализации латеральных относительно средней линии отделов образования. Данные случаи хорошо демонстрируют реализацию возможных осложнений, связанных с попытками удаления опухолей межполушарной щели через ипсилатеральный межполушарный доступ.

Использование контралатеральных доступов в нейрохирургии в настоящее время достаточно хорошо известно, и данная техника детально описана и применяется в первую очередь в хирургии сосудистых заболеваний головного мозга [1, 5–7].

В 1984 г. G.M. Almeida и соавт. впервые описали контралатеральный подход с рассечением фалькса при удалении парасагиттальной артериовенозной мальформации, чтобы свести к минимуму ретракцию мозга и при этом получить достаточную визуализацию патологического очага [8]. В 1995 г. A. Goel впервые описал КТФД к опухолям межполушарной щели

головного мозга. Он подчеркнул эффективность данного доступа при удалении глубинно расположенных объемных образований, отметив, что он — прямой и безопасный. Также КТФД обеспечивает достаточную визуализацию глубинных отделов противоположного полушария, что особенно важно при наличии перитуморального отека, когда тракция значительно увеличивает риски повреждения коры и проводящих путей и может привести к появлению дополнительного неврологического дефицита и фокальных эпилептических приступов в послеоперационном периоде.

Исходя из принципа, что наилучшее средство минимизации ретракции мозга — ее неиспользование, M.T. Lawton и соавт. (1996) ввели в практику транскаллезный доступ с гравитационной ассистенцией [4], при котором пациент находился на боку, срединная линия ориентирована горизонтально, а очаг поражения находился в «нижнем» полушарии. Данное положение использует гравитацию для отведения «нижнего» полушария и разведения межполушарной щели и может применяться как дополнительная опция в осуществлении межполушарного доступа. Другим вариантом положения пациента на операционном столе для выполнения межполушарного доступа (как ипсилатерального, так и контралатерального) все еще остается тот, когда срединная линия головы ориентирована вертикально.

В одном из недавних исследований на анатомических моделях S. García-García и соавт. (2018) продемонстрировали преимущества (по сравнению с ипсилатеральным доступом) контралатерального доступа для хирургии артериовенозных мальформаций межполушарной щели: он предоставляет широкий обзор патологического очага при меньшей тракции полушария со стороны доступа. Один из выводов данной работы говорит о хорошей визуализации латеральных (относительно средней линии) отделов патологического очага, которые крайне сложно визуализировать при ипсилатеральном доступе [9].

У наших пациентов успешно применен доступ, описанный A. Goel [2], также в совокупности с элементами гравитационной ретракции, описанной M.T. Lawton и соавт. [4] исключительно для группы пациентов с опухолевым поражением головного мозга. По нашим наблюдениям, отсутствие отека со стороны доступа позволяет отказаться от горизонтального положения головы пациента. Во-первых, поворот головы в сторону может привести к излишней компрессии сосудов шеи и вызвать дополнительный отек мозговой ткани за счет нарушения венозного оттока. Во-вторых, наличие перитуморозного отека со стороны опухолевого поражения заменяет гравитационный эффект, описанный многими авторами при удалении сосудистых образований межполушарной щели. После вскрытия фалькса за счет перифокального отека опухолевая ткань пролабирует на противоположную

сторону (сторона доступа), что значительно облегчает ее удаление. В представленной группе пациентов не наблюдались тракционные повреждения мозговой ткани со стороны доступа, несмотря на то что все пациенты прооперированы в положении на спине с вертикально фиксированной головой относительно горизонтальной линии. Несмотря на вышесказанное, рекомендуем выбирать положение пациента на операционном столе в зависимости от предпочтений каждого хирурга.

Актуальность данной статьи также включает описание комбинации хирургических методик при удалении опухолей межполушарной щели в адаптации с нейровизуализационными опциями. Интраоперационная навигация имеет одну из ключевых ролей в успешном применении данной хирургической техники. Можно перечислить следующие преимущества.

1. Разрез кожи: небольшой дугообразный либо линейный разрез может быть точно и легко центрирован на заранее запланированной точке входа.
2. Краниотомия и переходные вены: индивидуальная краниотомия может быть точно отцентрирована между переходными венами, что сводит к минимуму риск их повреждения.
3. Разрез фалькса: его можно осуществить точно над очагом поражения, что позволит исключить любое смещение пораженного полушария.

В результате применения вышеописанной методики обнаружено, что использование КТФД с рассечением фалькса обеспечивает хороший обзор не только медиальных отделов опухоли, но и латеральных ее отделов при отсутствии значимой тракции мозгового вещества со стороны доступа. Это позволило во всех случаях выполнить радикальное удаление опухолей, подтвержденное послеоперационными МРТ-исследованиями. Кроме того, перитуморозный отек мозгового вещества облегчал выделение опухоли по направлению к дефекту в области фалькса — в прямое поле зрения хирурга, тем самым облегчая процесс удаления.

Полагаем, что выбор данного доступа у пациентов с локализацией опухолей в межполушарной щели и медальной поверхности лобной, теменной и затылочной долей значительно повлиял на результаты хирургического лечения в представленной группе боль-

ных. Некоторые хирурги, в том числе М.Т. Lawton и соавт. [4], А. Goel [2], G.M. Almeida и соавт. [8], J.L. Stone и соавт. [10], R.G. Ellenbogen и R.M. Scott [1] и Т. Xie и соавт. [11], также описали применение КТФД, который все еще остается редко используемым.

Можно резюмировать преимущества КТФД.

1. Данный подход позволяет как визуализировать через сформированное отверстие в фальксе саму опухолевую ткань, так и ревизовать ложе опухоли, особенно в верхних ее отделах, а также вести адекватный контроль гемостаза и максимально возможную радикальность резекции.
2. Наличие перитуморозного отека и масс-эффекта, созданного опухолью на стороне патологического процесса, и отсутствие таковых на противоположной опухоли стороне позволяют минимизировать риски развития механического повреждения мозгового вещества и уменьшить риск развития дополнительного неврологического дефицита в послеоперационном периоде.
3. Возможность сразу после визуализации фалькса отсечь матрикс опухоли (в случаях роста опухоли из фалькса) от нормальной ткани, что позволяет полностью лишить опухоль кровоснабжения и избежать дополнительного кровотечения из ее стромы в случае внутримозговых образований, а также минимизировать глубину мозговой раны за счет близкого прилегания опухоли к фальксу.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование малотравматичных доступов через естественные пространства в хирургии опухолей головного мозга — один из основных аспектов в достижении хорошего послеоперационного исхода у пациентов с опухолями сложной локализации. Клинические исходы хирургического лечения пациентов с опухолями в области межполушарной щели с применением контралатерального трансфальксного доступа демонстрируют оптимальность данного хирургического доступа при удалении глубоких опухолей медальной поверхности мозга. Считаем, что данный доступ малоинвазивен, обеспечивает хорошие послеоперационные результаты и может быть рекомендован как альтернатива классическим ипсилатеральным транскортикальным и межполушарным доступам для определенной группы пациентов.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Ellenbogen R.G., Scott R.M. Transfalcine approach to a callosomarginal artery aneurysm. *Neurosurgery* 1991;29(1): 140–3. DOI: 10.1097/00006123-199107000-00028.
- Goel A. Transfalcine approach to a contralateral hemispheric tumour. *Acta Neurochir* 1995;135:210–2. DOI: 10.1007/BF02187772.
- Davies J., Tawk R.G., Lawton M.T. The contralateral transcallosal approach: Operative technique and results with vascular lesions. *Operative Neurosurg* 2012;71(Suppl 1):ons4–14. DOI: 10.1227/NEU.0b013e318246a7f8.
- Lawton M.T., Golfinos J.G., Spetzler R.F. The contralateral transcallosal approach: experience with 32 patients. *Neurosurgery* 1996;39(4):729–34; DOI: 10.1097/00006123-199610000-00016.
- Крылов В.В., Ткачев В.В., Добровольский Г.Ф. Контралатеральная хирургия аневризм. М.: Медицина, 2002. 192 с. [Krylov V.V., Tkachev V.V., Dobrovolskiy G.F. Contralateral surgery of aneurysms. Moscow: Meditsina, 2002. 192 p. (In Russ.)].
- Rodríguez-Hernández A., Gabarrós A., Lawton M.T. Contralateral clipping of middle cerebral artery aneurysms: rationale, indications, and surgical technique. *Neurosurgery* 2012; 71(1 Suppl operative):116–24. DOI: 10.1227/NEU.0b013e31824d8f66.
- Andrade-Barazarte H., Kivelev Yu., Goehre F. et al. Contralateral approach to internal carotid artery ophthalmic segment aneurysms: Angiographic analysis and surgical results for 30 Patients. *Neurosurgery* 2015;77(1):104–2. DOI: 10.1227/NEU.0000000000000742.
- de Almeida G.M., Shibata M.K., Nakagawa E.J. Contralateral parafalcine approach for parasagittal and callosal arteriovenous malformations. *Neurosurgery* 1984;14(6):744–6. DOI: 10.1227/00006123-198406000-00018.
- García-García S., Gonzalez-Sanchez J.J., Gandhi S. et al. Contralateral Transfalcine Versus Ipsilateral Anterior Interhemispheric Approach for Midline Arteriovenous Malformations: Surgical and Anatomical Assessment. *World Neurosurg* 2018;119:e1041–51. DOI: 10.1016/j.wneu.2018.08.074.
- Stone J.L., Cybulsky G.R., Crowell R.M., Moody R.A. The lateral position – dependant occipital approach to pineal and medial occipitoparietal lesions. Technical note. *Acta Neurochir (Wien)* 1990;102(3–4):133–6. DOI: 10.1007/BF01405427.
- Xie T., Sun C., Zhang X. et al. The contralateral transfalcine transprecuneus approach to the atrium of the lateral ventricle: operative technique and surgical results. *Neurosurgery* 2015;11(Suppl 2):110–7; DOI: 10.1227/NEU.0000000000000643.

Вклад авторов

А.В. Калиновский: разработка концепции и дизайна исследования, написание текста статьи, научное редактирование текста статьи;
 М.В. Сергеев: сбор и обработка материала, написание текста статьи;
 А.В. Зотов: статистическая обработка данных;
 А.Р. Касымов: статистическая обработка данных;
 Е.В. Гормольцова: статистическая обработка данных;

Authors' contributions

A.V. Kalinovskiy: research idea and design, article writing, scientific editing of the article;
 M.V. Sergeev: obtaining data for analysis, article writing;
 A.V. Zotov: statistical analysis;
 A.R. Kasymov: statistical analysis;
 E.V. Gormolysova: statistical analysis.

ORCID авторов / ORCID of authors

А.В. Калиновский / A.V. Kalinovskiy: <https://orcid.org/0000-0001-7003-5549>
 А.В. Зотов / A.V. Zotov: <https://orcid.org/0000-0002-8122-4879>
 А.Р. Касымов / A.R. Kasymov: <https://orcid.org/0000-0002-0331-625X>
 Е.В. Гормольцова / E.V. Gormolysova: <https://orcid.org/0000-0002-7996-8449>

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.
Financing. The study was performed without external funding.

Соблюдение прав пациентов и правил биоэтики

Протокол исследования одобрен комитетом по биомедицинской этике ФГБУ «Федеральный центр нейрохирургии» Минздрава России, Новосибирск (протокол № 8 от 05.11.2020). Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании.
Compliance with patient rights and principles of bioethics
 The study protocol was approved by the biomedical ethics committee of Federal Neurosurgical Center, Novosibirsk (protocol No. 8 from 05.11.2020). All patients gave written informed consent to participate in the study.

Статья поступила: 24.09.2020. **Принята к публикации:** 26.10.2021.
Article submitted: 24.09.2020. **Accepted for publication:** 26.10.2021.

ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ ПАЦИЕНТОВ С ИДИОПАТИЧЕСКОЙ ОБСТРУКЦИЕЙ ОТВЕРСТИЯ МОНРО

К.В. Шевченко, В.Н. Шиманский, С.В. Танышин, В.К. Пошатаев, В.В. Карнаухов, М.В. Колычева, К.Д. Соложенцева, Р.М. Афандиев, А.Д. Донской

ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко» Минздрава России; Россия, 125047 Москва, ул. 4-я Тверская-Ямская, 16

Контакты: Кирилл Викторович Шевченко kshevchenko@nsi.ru

Введение. Идиопатическая обструкция отверстия Монро – крайне редкая патология у взрослых, составляет 1 % от всех форм окклюзионной гидроцефалии (самая большая серия, по данным литературы, насчитывает 4 взрослых пациентов). Выделяют 4 типа обструкции отверстия Монро: А – атрезия или стеноз, В – морфологическая обструкция (мембрана), С – функциональная обструкция, D – «открытое» отверстие. Пациентам с идиопатической обструкцией отверстия Монро проводится эндоскопическая или ликворошунтирующая операция. Алгоритма лечения таких пациентов нет.

Материалы и методы. С 2004 по 2019 г. в НИИЦ нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко пролечен 251 взрослый пациент с идиопатической гидроцефалией. Из них у 11 (4,4 %) выявлена обструкция на уровне отверстия Монро. Средний возраст пациентов составил 41,9 года (25–67 лет). Отмечено преобладание заболевания у женщин (из 11 пациентов 8 женщин). Самые частые симптомы – головные боли и тошнота. Ни у одного пациента не отмечались признаки внутричерепной гипертензии на глазном дне. При МРТ головного мозга выявлены расширение одного или обоих боковых желудочков, стеноз отверстия Монро или наличие мембраны в его просвете.

Результаты. В зависимости от типа обструкции отверстия Монро пациенты разделены на 3 группы. У 8 пациентов наблюдалась обструкция по типу А: у 3 пациентов с односторонней окклюзией выполнена только септостомия; у 3 пациентов с двусторонней окклюзией выполнена септостомия, пластика и стентирование правого отверстия Монро (одному из этих пациентов в дальнейшем потребовалась ликворошунтирующая операция); у 2 пациентов ликворошунтирующая операция выполнена сразу. У 2 пациентов выявлена обструкция по типу В: у пациента с односторонней обструкцией выполнена септостомия и рассечение мембраны, у пациента с двусторонней обструкцией – септостомия, рассечение мембраны и стентирование отверстия Монро. У пациента с обструкцией по типу С выполнена септостомия и стентирование правого отверстия Монро. После операции, по данным МРТ головы, размеры желудочков мозга уменьшались или не менялись. У большинства пациентов отмечался полный регресс симптомов или их значимое уменьшение, а у одного пациента после операции состояние стабилизировалось. Летальных исходов и стойких осложнений нет. Катамнез составил от 4 до 60 мес (средний срок – 29,4 мес).

Вывод. В случаях идиопатической обструкции отверстия Монро эндоскопическая операция может использоваться как операция выбора.

Ключевые слова: гидроцефалия взрослых, идиопатическая гидроцефалия, отверстие Монро, стеноз отверстия Монро, эндоскопическая фораминопластика, эндоскопическая тривентрикулостомия, ликворошунтирующая операция, спинномозговая жидкость

Для цитирования: Шевченко К.В., Шиманский В.Н., Танышин С.В. и др. Хирургическое лечение пациентов с идиопатической обструкцией отверстия Монро. Нейрохирургия 2022;24(1):22–37. DOI: 10.17650/1683-3295-2022-24-1-22-37.

Surgical treatment of patients with idiopathic obstruction of the foramen of Monro

K. V. Shevchenko, V. N. Shimanskiy, S. V. Tanyashin, V. K. Poshataev, V. V. Karnaukhov, M. V. Kolycheva, K. D. Solozhentseva, R. M. Afandiev, A. D. Donskoy

N. N. Burdenko National Medical Research Center of Neurosurgery, Ministry of Health of Russia; 16 4th Tverskaya-Yamskaya St., Moscow 125047, Russia

Contacts: Kirill Viktorovich Shevchenko kshevchenko@nsi.ru

Introduction. Idiopathic obstruction of the foramen of Monroe is an extremely rare pathology in adults and accounts for 1 % of all forms of occlusive hydrocephalus. The largest described series of patients with such pathology includes 4 adult patients. Four types of the foramen of Monroe obstruction have been distinguished: type A – atresia, or stenosis, type B – morphological obstruction (membrane), type C – functional obstruction, type D – patent foramen. These patients usually undergo endoscopic or shunting surgery. Currently no algorithm exists for the treatment of such patients.

Materials and methods. From 2004 to 2019 year 251 adult patients with idiopathic hydrocephalus were treated at the N. N. Burdenko National Medical Research Center of Neurosurgery. Of these, 11 people (4.4 %) had signs of obstruction at the level of the foramen of Monroe. The average age of the patients was 41.9 years (25–67 years). The condition was more prevalent among women (8 female, 3 male patients). The most common symptoms were headaches and nausea. None of the patients showed signs of intracranial hypertension upon examination of the fundus. Magnetic resonance imaging of the brain demonstrated expansion of one or both of the lateral ventricles, stenosis of foramina of Monroe, or their occlusion by membranes.

Results. Patients were divided into 3 groups depending on the type of foramen of Monroe obstruction. Type A obstruction was observed in 8 patients: in patients with unilateral obstruction (3 patients), only septostomy was performed, while among the patients with bilateral obstruction, 3 patients underwent septostomy followed by reconstruction and stenting of the right foramen of Monroe (1 of these patients later required a shunting procedure), and in 2 patients, a shunting procedure was performed at initial presentation. Type B obstruction was observed in 2 patients: a patient with unilateral obstruction underwent septostomy and dissection of the membrane, and 1 patient with bilateral obstruction underwent septostomy, dissection of the membrane, and foraminal stenting. In a patient with type C obstruction, a septostomy and stenting of the right foramen of Monroe were performed. Based on postoperative MRI data, the dimensions of the ventricles of the brain decreased or did not change. Most patients showed a complete regression of symptoms or their significant reduction, while one patient's condition stabilized after surgery. There were no fatal outcomes or persistent complications. The follow-up period ranged from 4 to 60 months (29.4 months on average).

Conclusion. In cases of idiopathic obstruction of the foramen of Monroe, endoscopic surgery can be used as the treatment of choice.

Key words: adults hydrocephalus, idiopathic hydrocephalus, foramen of Monroe, foramen of Monroe stenosis, endoscopic foraminoplasty, endoscopic third ventriculostomy, shunt-surgery, cerebro-spinal fluid

For citation: Shevchenko K.V., Shimanskiy V.N., Tanyashin S.V. et al. Surgical treatment of patients with idiopathic obstruction of the foramen of Monroe. *Neyrokhirurgiya = Russian Journal of Neurosurgery* 2022;24(1):22–37. (In Russ.). DOI: 10.17650/1683-3295-2022-24-1-22-37.

ВВЕДЕНИЕ

Идиопатическая гидроцефалия, вызванная обструкцией отверстия Монро (ОМ), – крайне редкая форма гидроцефалии [1–8]. По некоторым данным, она составляет всего 1 % от всех окклюзионных форм гидроцефалии [6].

Самая большая серия взрослых больных представлена С.Ж. Mizrahi и соавт. в 2016 г. и насчитывала 4 пациента [6].

Диагностические критерии идиопатической гидроцефалии взрослых:

- расширение желудочков мозга, выявленное при нейровизуализационном обследовании;
- появление симптомов гидроцефалии во взрослом возрасте у людей, ранее считавших себя здоровыми;
- отсутствие указаний на причину гидроцефалии – опухоль, черепно-мозговую травму, субарахноидальное кровоизлияние, неонатальное внутрижелудочковое кровоизлияние, менингит, менингомиелоцеле или энцефалоцеле, а также отсутствие указаний на врожденную гидроцефалию [9].

При проведении диагностических КТ головного мозга R. Shapiro и соавт. описали асимметричное расширение боковых желудочков у 10 % пациентов, расценив это как вариант нормы [10].

Причиной ОМ могут быть поствоспалительные изменения, последствия внутрижелудочкового кровоизлияния, опухолевые образования боковых и III желудочков, коллоидные кисты III желудочка. В тех случаях, когда ни одного из перечисленных этиологических факторов в анамнезе выявить не удастся, гидроцефалия считается идиопатической [1, 2].

В классификации идиопатической обструкции отверстия Монро (ИОМ) выделяют 4 типа окклюзии: тип А – атрезия отверстия Монро (ОМ); тип В – морфологическая ОМ; тип С – функциональная ОМ, которая возникает после ликворощунтирующей операции (ЛШО), тип D – «открытое» отверстие (*patent foramen*) [1, 11].

Клиническая картина заболевания у пациентов с ИОМ представлена гидроцефальной симптоматикой разной степени выраженности: длительными (более 5 лет) головными болями, сопровождающимися тошнотой и рвотой, эпизодами утраты сознания. На глазном дне могут присутствовать признаки внутричерепной гипертензии, на фоне которой отмечается снижение зрительных функций. Помимо этого, у пациентов встречаются другие симптомы: эпилептические приступы, пирамидная симптоматика, головокружения и нарушение походки [1–3, 6, 7].

Нейрорентгенологическая картина заболевания характеризуется следующими признаками: при

односторонней окклюзии ОМ определяется расширение ипсилатерального бокового желудочка, дислокация прозрачной перегородки в сторону контрлатерального бокового желудочка, вокруг расширенного желудочка может быть перивентрикулярный отек. При проведении МРТ в режиме цистернографии (FIESTA, CISS) во фронтальной плоскости можно визуализировать мембрану в просвете ОМ или же вовсе отсутствие просвета (стеноз или атрезия). При этом III и IV желудочки остаются нормальных размеров и формы [1–3, 6, 11].

Четко определенного алгоритма лечения пациентов с ИООМ не существует, так как это очень редкая патология. С. J. Mizrahi и соавт. считают, что у пациента с данной патологией при отсутствии признаков внутричерепной гипертензии с соответствующей гипертензионно-гидроцефальной симптоматикой операция не показана. Таким пациентам целесообразно проводить консервативное лечение, возможно, с регулярным применением мочегонных и противосудорожных препаратов при наличии эпилептических приступов [6, 7]. При двустороннем стенозе или атрезии ОМ показано проведение ЛШО [6].

До 1989 г. для лечения пациентов с ООМ, в том числе с идиопатической, применялись микрохирургические операции: выполнялась септостомия и (или) пластика (рассечение) ОМ с одномоментной имплантацией вентрикулоперитонеального шунта (ВПШ). Предлагались различные ЛШО без микрохирургического этапа [6]. В 1989 г. выполнена эндоскопическая септостомия (N. K. Venkataramana и соавт.), однако через 2 нед после успешно проведенной операции и регресса симптомов пациент скончался: у него развилась дещеребрационная ригидность и остановка дыхания [4].

С 1994 г. при этой ИООМ форме гидроцефалии начала применяться эндоскопическая техника, и эндоскопическая операция стала операцией выбора при типах обструкции А, В, С. При типе D оперативное лечение не требуется [11]. До настоящего времени используются комбинированные операции: эндоскопическая септостомия и имплантация ВПШ [2, 3, 12, 13]. Объем эндоскопических манипуляций, по данным литературы, сильно варьирует и определяется типом обструкции.

Координаты наложения фрезевого отверстия могут быть разными: одни авторы предлагают накладывать его на коронарном шве в 2 см от средней линии [3], другие – на 4 см латеральнее средней линии и на 3 см кпереди от коронарного шва [4].

Некоторые хирурги проводят измерение внутричерепного давления сразу же при выполнении вентрикулопункции [2, 7].

При мембранозной ООМ после вентрикулопункции выполняется септостомия и затем рассечение мембраны [1, 3, 4, 7]. Ряд хирургов ограничивается только септостомией и инспекцией противоположно-

го бокового желудочка и ОМ (с целью подтверждения его проходимости [6]) или же только рассечением мембраны в просвете ОМ [1].

При односторонней атрезии или стенозе ОМ применяется как изолированная септостомия с инспекцией области противоположного ОМ, так и сочетанная с дополняющей ее фораминопластикой [3]. Фораминопластика выполняется при помощи биполярной коагуляции мозговой ткани тотчас же кпереди от места слияния передней септальной и таламостриарной вен и сосудистого сплетения бокового желудочка. Затем проводится перфорация мозгового вещества и дилатация при помощи катетера Фогарти [3, 14].

При двусторонней мембранозной ООМ выполняется септостомия и пластика мембраны одного из ОМ [2, 15, 16]. При ранней или отсроченной неэффективности эндоскопической операции применяют ЛШО [2].

При двусторонней атрезии или стенозе ОМ может быть выполнена эндоскопическая инспекция боковых желудочков с целью верификации нарушения целостности прозрачной перегородки и сообщения полостей боковых желудочков, а также для подтверждения самого факта атрезии или стеноза ОМ. После этого пациенту устанавливается ВПШ [6]. Ряд авторов предлагает выполнение септостомии и пластики ОМ с одной стороны [2, 3]. В некоторых случаях прозрачная перегородка может отсутствовать как таковая и представлена лишь единичными трабекулами и септальными венами, что указывает на большую длительность заболевания [2].

Дискутабельным остается вопрос в отношении целесообразности выполнения тривентрикулостомии после восстановления проходимости ОМ. Однако следует отметить, что данный вопрос оспаривается только в случаях двусторонней атрезии или стеноза ОМ [2, 3].

Среди рисков эндоскопических операций отмечается кровотечение из вен прозрачной перегородки, чему способствуют измененная анатомия, повреждение свода мозга и мнестические нарушения, повреждение (коагуляция) вен, образующих венозный угол, с нарушением кровообращения в соответствующей анатомической области, при проведении фораминопластики [2, 3].

Уже в первые несколько дней после операции у пациентов отмечается улучшение состояния и частичный регресс неврологической симптоматики, а через год – полный или почти полный регресс симптомов [1–4, 6, 16].

Выполненные после операции через 1–12 мес МРТ головы визуализируют уменьшение размеров расширенных желудочков, что чаще наблюдается при острых ситуациях. В случаях хронической формы заболевания размеры расширенных желудочков могут уменьшиться незначительно либо не уменьшиться вовсе. Перивентрикулярный отек всегда регрессирует [3, 7].

Стоит отметить, что длительность катамнеза в случаях, освещенных в литературе, невелика и составляет

Оригинальная работа

от 2 до 48 мес. Причем у большей части пациентов катамнез прослежен только на протяжении 12 мес [2–4, 6–9, 11–18].

Для формирования обзора литературы использовались поисковые системы PubMed, Scopus, Google Research. Сводные данные о публикациях, посвященных ИООМ у взрослых, представлены в табл. 1.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Общая характеристика материала. В период с 2004 по 2019 г. в НМИЦ нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко проходил лечение 251 пациент с идиопатической гидроцефалией взрослых. У 11 (4,4 %) из них отмечалась ООМ. Возраст пациентов варьировал от 25 до 67 лет, средний возраст составил 41,9 года. В гендерном

Таблица 1. Публикации, посвященные идиопатической обструкции отверстия Монро у взрослых

Table 1. Publications on the idiopathic obstruction of the foramen of Monro in adults

Автор, год Author, year	Число пациентов Number of patients	Пол, возраст, лет Sex, age of patients, years	Односторонняя или двусторонняя окклюзия отверстия Монро Unilateral or Bilateral foramen of Monro obstruction	Операция Type of surgery
P. de Bonis et al., 2008 [15]	2	М, 53 M, 53	Двусторонний стеноз Bilateral stenosis	МХ + ВПШ MS + VPS
		Ж, 41 F, 41	То же The same	ВПШ VPS
P. de Bonis et al., 2008 [15]	1	Ж, 46 F, 46	– « –	МХ MS
J. Javier-Fernandez et al., 2001 [17]	1	М, 30 M, 30	Односторонняя окклюзия (мембрана) Unilateral obstruction (membrane)	Эндоскопическая Endoscopic
D. Freudenstein, 2002 [2]	2	М, 37 M, 37	То же The same	Эндоскопическая + ВПШ Endoscopic + VPS
		М, 62 M, 62	– « –	Эндоскопическая Endoscopic
P. de Bonis et al., 2008 [15]	1	М, 41 M, 41	Двусторонняя окклюзия (мембрана) Bilateral obstruction (membrane)	То же The same
K. Abderrahmen et al., 2008 [14]	2	М, 35 M, 35	Односторонний стеноз Unilateral stenosis	– « –
		Ж, 35 F, 35	То же The same	– « –
G. Sharifi et al., 2010 [13]	3	М, 32 M, 32	– « –	– « –
		М, 23 M, 23	– « –	– « –
		М, 52 M, 52	Односторонняя окклюзия (мембрана) Unilateral obstruction (membrane)	– « –
S.P. Kalthorn et al., 2011 [3]	1	Ж, 28 F, 28	То же The same	ВПШ + Эндоскопическая VPS + Endoscopic
M.T. Martinez-Berganza et al., 2011 [12]	1	Ж, 35 F, 35	Двусторонний стеноз Bilateral stenosis	Эндоскопическая + ВПШ Endoscopic + VPS
I.L. Maldonado et al., 2012 [16]	1	Ж, 54 F, 54	Двусторонняя окклюзия (мембрана) Bilateral obstruction (membrane)	Эндоскопическая Endoscopic
G. Sharifi et al., 2012 [13]	1	М, 38 M, 38	Односторонний стеноз + мембрана с другой стороны Unilateral stenosis and contralateral membrane	Эндоскопическая + ВПШ Endoscopic + VPS
E. Raz et al., 2012 [19]	1	М, 42 M, 42	Односторонняя окклюзия (мембрана) Unilateral obstruction (membrane)	Эндоскопическая Endoscopic
C. Schounauer et al., 2014 [20]	2	Ж, 20 F, 20	То же The same	То же The same
		М, 47 M, 47	Односторонний стеноз Unilateral stenosis	– « –

Окончание табл. 1

End of table 1

Автор, год Author, year	Число пациентов Number of patients	Пол, возраст, лет Sex, age of patients, years	Односторонняя или двусторонняя окклюзия отверстия Монро Unilateral or Bilateral foramen of Monro obstruction	Операция Type of surgery
M.O. Krucoff et al., 2015 [4]	1	Ж, 63 F, 63	Односторонняя окклюзия (мембрана) Unilateral obstruction (membrane)	— « —
D.K. Boruah et al., 2016 [1]	1	М, 35 M, 35	Односторонний стеноз Unilateral stenosis	— « —
	2	М <18 M <18	— « —	— « —
D. Shukla, 2016 [7]	1	Ж, 21 F, 21	Односторонняя окклюзия (мембрана) Unilateral obstruction (membrane)	— « —
C.J. Mizrahi et al., 2016 [6]	4	М, 39 M, 39	Двусторонний стеноз Bilateral stenosis	Эндоскопическая + ВПШ Endoscopic + VPS
		Ж, 27 F, 27	Односторонний стеноз Unilateral stenosis	Эндоскопическая Endoscopic
		Ж, 25 F, 25	То же The same	Наблюдение Following
		Ж, 40 F, 40	Двусторонняя окклюзия (мембрана) Bilateral obstruction (membrane)	То же The same

Примечание. МХ – микрохирургия; ВПШ – вентрикулоперитонеальное шунтирование.

Note. MS – microsurgery; VPS – ventriculoperitoneal shunt.

соотношении преобладали женщины: 8 женщин, 3 мужчин.

Клиническая картина заболевания. Длительность анамнеза заболевания от 3 до 144 мес и в среднем – 40,3 мес. Первым симптомом заболевания у 9 из 11 пациентов стали головные боли. Один пациент головных болей не отмечал. У 5 из 10 пациентов с головными болями они носили хронический характер. В 8 случаях головная боль сопровождалась тошнотой и в 2 случаях – рвотой. Несколько реже отмечены такие симптомы, как головокружение, нарушение памяти и походки. Признаков внутричерепной гипертензии на глазном дне не выявлено ни у одного пациента. Частота встречаемости симптомов у пациентов с ИООМ представлена в табл. 2.

До и после операции состояние пациентов оценивалось по шкале Kiefer и модифицированной шкале Rankin. Среднее значение по шкале Kiefer до операции составило 5,9 (4–10) балла, а по шкале Rankin – 2,3. Более подробно функциональное состояние пациентов в предоперационный период отражено на рис. 1.

Нейрорентгенологическая диагностика заболевания. Основной метод диагностики вызванной ООМ гидроцефалии – МРТ головы, поэтому данное исследование выполнялось всем пациентам перед операцией. Нейрорентгенологическая характеристика пациентов представлена в табл. 3.

При односторонней ООМ (4 пациента) определялось расширение ипсилатерального бокового желудочка с пролабированием прозрачной перегородки

в сторону противоположного бокового желудочка. Конвексительные субарахноидальные пространства на стороне расширенного желудочка компримированы у 1 пациента.

При двусторонней ООМ отмечено симметричное расширение боковых желудочков (7 пациентов). Прозрачная перегородка находилась по средней линии (7 пациентов). В случаях длительного развития заболевания она отсутствовала или была представлена единичными трабекулами и септальными венами у 2 пациентов, что выявлено в режиме цистернографии (FIESTA, CISS). Конвексительные субарахноидальные пространства над обоими полушариями большого мозга компримированы в 5 случаях из 7. Также отмечено наличие такого признака, как уплощение или вентральная дислокация крыши III желудочка (во всех 7 случаях), сам желудочек при этой форме гидроцефалии не расширен.

При анализе томограмм во фронтальных проекциях, выполненных в режиме 3D T2-CUBE, артефакт от пульсации ликвора через закрытое ОМ не определялся во всех случаях (11 пациентов). При проведении МРТ в режиме цистернографии (FIESTA, CISS) во фронтальной плоскости визуализировалась мембрана (2 случая) в просвете ОМ или же его стеноз, атрезия (9 случаев).

Выбор тактики и хирургическое лечение. Основываясь на данных литературы, с пациентами и их родственниками подробно обсуждали достоинства и недостатки эндоскопической операции и ЛШО, а также

Таблица 2. Встречаемость клинических симптомов у пациентов с идиопатической обструкцией отверстия Монро

Table 2. Incidence of clinical symptoms in patients with idiopathic obstruction of the foramen of Monro

Симптомы Symptoms	Встречаемость (число пациентов) Frequency
Головная боль Headache	10
Хроническая головная боль Chronic headache	5
Тошнота Nausea	8
Головокружения Dizziness	5
Нарушение памяти Memory loss	5
Нарушение походки Gait disturbance	4
Рвота Vomit	2
Недержание мочи, заторможенность, снижение остроты зрения, диплопия, чувство нехватки воздуха и паники, непереносимость яркого света и звуков во время головной боли Urinary incontinence, decreased consciousness, vision decrease, diplopia, breathlessness and panic, intolerance to bright light and sounds during a headache	1
Признаки внутричерепной гипертензии на глазном дне Signs of intracranial hypertension at the ocular fundus	0
Всего пациентов: <i>Total patients:</i>	11

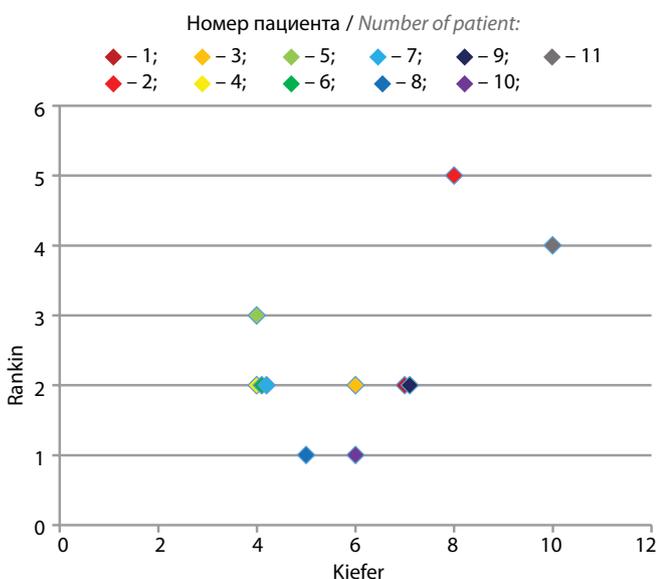


Рис. 1. Состояние пациентов перед операцией по шкалам Kiefer и Rankin
Fig. 1. Patient status before surgery on Kiefer and Rankin scales

их возможные осложнения. Большинство пациентов (9 из 11) делали выбор в пользу эндоскопической операции.

Оперативное лечение проводилось в условиях комбинированного наркоза. Голова располагалась прямо (относительно средней линии) и фиксировалась к подголовнику при помощи пластыря. Для наложения фрезевого отверстия использовалась точка, расположенная на 4 см в сторону от средней линии и на 1–1,5 см кпереди от коронарного шва.

При односторонней ООМ при помощи интрадюрса Peel-Away 14 пунктировался передний рог расширенного бокового желудочка. Затем в полость бокового желудочка вводилась эндоскопическая оптика, визуализировались вены – таламостриарная и передняя септальная, сосудистое сплетение бокового желудочка, производился осмотр области должного расположения ОМ. У пациента 3 просвет левого ОМ перекрывался мембраной, у пациентов 2, 4, 6 выявлено отсутствие (атрезия) ОМ. У всех 4 пациентов с односторонней ООМ первым этапом выполнена эндоскопическая септостомия. Коагуляция прозрачной перегородки проводилась кзади от передней септальной вены посередине вертикального размера перегородки. Размер септостомы составлял 2–3 диаметра интрадюрса. После этого эндоскоп вводился в полость противоположного бокового желудочка для инспекции области противоположного ОМ: фиксировалась его проходимость. У пациентов (2, 4, 6) с атрезией ОМ на этом манипуляции заканчивались. У пациента (3) фенестрировали мембрану в просвете отверстия. Возникшее кровотечение остановлено ирригацией физиологического раствора. После извлечения эндоскопа и интрадюрса из желудочковой системы мозга трепанационное отверстие тампонируют туго сформированным фрагментом гемостатической губки. Ход операции при односторонней мембранозной ООМ представлен далее, в клиническом примере 1.

При двусторонней ООМ после вентрикулопункции правого бокового желудочка первым этапом проводился осмотр прозрачной перегородки. При отсутствии дефектов выполнялась септостомия (пациенты 1, 5, 9, 10) по описанной выше методике. Затем определялась область должного расположения ОМ (кпереди от места слияния передней септальной и таламостриарной вен и сосудистого сплетения бокового желудочка). Выполнялась коагуляция и перфорация мозгового вещества при помощи вентрикулостомических кусачек сразу кпереди от данных ориентиров и до провала в полость III желудочка. У пациента 11 обнаружены множественные мелкие кисты сосудистого сплетения, которые после пластики ОМ перекрывали просвет отверстия. Следующим этапом вновь созданное ОМ расширялось катетером Фогарти. Далее через него в полость III желудочка на заранее рассчитанное расстояние вводился стент (вентрикулярный

Таблица 3. Сводные нейрорентгенологические данные пациентов с идиопатической обструкцией отверстия Монро
Table 3. Neuroradiological characteristics of the patients with idiopathic obstruction of the foramen of Monro

Номер пациента Number of patient	Пол, возраст, лет Sex, age, years	Сторона окклюзии Side of obstruction	Тип окклюзии Type of obstruction	Расширение боковых желудочков Lateral ventricles enlargement	Дислокация прозрачной перегородки Dislocation of septum pellucidum	Конвекситальные субарахноидальные пространства Convexital subarachnoid spaces
1	М, 39 M, 39	Двусторонняя Bilateral	А	Оба Bilateral	Нет No	Компримированы Compression
2	Ж, 67 F, 67	Слева Left	А	Слева Left	Да Yes	То же The same
3	Ж, 23 F, 23	То же The same	В	То же The same	То же The same	Прослеживаются Normal
4	М, 45 M, 45	Справа Righth	А	Справа Right	— « —	То же The same
5	Ж, 25 F, 25	Двусторонняя Bilateral	А	Оба Bilateral	Нет No	Компримированы Compression
6	Ж, 47 F, 47	Справа Righth	А	Справа Right	Да	Прослеживаются Normal
7	Ж, 53 F, 53	Двусторонняя Bilateral	А	Оба Bilateral	Нет No	То же The same
8	Ж, 47 F, 47	То же The same	Аномалия таламусов Anomaly of thalamuses	То же The same	То же The same	— « —
9	М, 37 M, 37	— « —	В	— « —	— « —	Компримированы Compression
10	Ж, 32 F, 32	— « —	А	— « —	— « —	То же The same
11	Ж, 46 F, 46	— « —	А	— « —	— « —	— « —

катетер) с резецированным клапаном на конце. Предварительно на нем накладывались отверстия для соединения посредством него полостей III и боковых желудочков (пациенты 1, 5, 9, 10). Далее стент перевязывался на уровне тrefинационного отверстия и фиксировался к апоневрозу, эндоскоп с инструментами удалялись из полости желудочка.

У пациента 8 выявились особенности анатомии в виде крайне близкого расположения к средней линии обоих таламусов. При анализе фронтальных изображений (FIESTA) заподозрено наличие мембран в просвете ОМ с двух сторон. При анализе остальных изображений установлено наличие всех косвенных признаков двусторонней обструкции ОМ. После пункции правого бокового желудочка при его осмотре установлено, что правое ОМ полностью перекрыто выступающим зрительным бугром. Первым этапом выполнена септостомия и инспекция левого ОМ при помощи угловой оптики на 45 градусов: там выявлена аналогичная ситуация. Эндоскопом выполнена тракция межжелудочковой перегородки и ткани таламуса в стороны, конец эндоскопа подведен к ОМ, которое не было увеличено. Установлен стент, соединяющий

правый боковой и III желудочки. Предварительно на стенке нанесены дополнительные перфорации, местоположение которых рассчитано до операции. Стент зафиксирован за апоневроз и лигирован.

В 2 случаях двусторонней обструкции выполнена ЛШО. У пациента 5 предварительно понадобилось выполнение септостомии, а у пациента 7 при помощи эндоскопа подтверждено наличие множественных дефектов в прозрачной перегородке.

Клинический пример 1

Пациентка Б., 47 лет. В течение 1 года отмечала эпизоды нехватки воздуха и головные боли. Постепенно боли усиливались, стали ежедневными, сильными, с трудом купировались анальгетиками, что послужило поводом для выполнения МРТ головы (рис. 2, верхний ряд). Признаков внутрочерепной гипертензии на глазном дне не выявлено. Пациентке выполнена эндоскопическая операция.

Состояние пациентки по шкале Kiefer — 6 баллов, по модифицированной шкале Rankin — 2 балла.

В правой прекокоронарной области (4 см от средней линии и 2 см впереди от коронарного шва) выполнен

разрез мягких тканей и наложено фрезевое отверстие, коагулирована и рассечена твердая мозговая оболочка. Правый боковой желудочек пунктирован интрадюрсером Peel-Away 14. По нему в полость правого бокового желудочка введена эндоскопическая оптика Gaab. Визуализирована область правого ОМ: обнаружена мембрана, закрывающая его просвет (рис. 3 а).

Первым этапом при помощи биполярной коагуляции выполнена септостомия (см. рис. 3 б), сквозь которую стала видна полость левого бокового желудочка. Затем сомкнутыми ножницами перфорирована мембрана (рис. 3 в) и отверстие в ней расширено (рис. 3 г). Края мембраны активно запульсировали в такт сердцебиению, что стало свидетельствовать о восстановлении ликворциркуляции. Края мембраны коагулированы (рис. 3 д). После коагуляции краев мембраны полностью раскрылось ОМ, стала видна полость III желудочка (рис. 3 е). Кровотечения в ходе операции не отмечалось. Эндоскоп вместе с интрадюрсером удалены, отверстие в кости тампонируется плотно сформированным фрагментом гемостатической губки. Мягкие ткани послойно ушиты.

Уже в раннем послеоперационном периоде отмечался полный регресс симптомов (оценка по шкалам Kiefer и Rankin — 0 баллов).

На МРТ головного мозга через 1 год после операции размеры правого желудочка нормализовались, межжелудочковая перегородка располагалась по средней линии, в режиме FIESTA в ней определяется дефект, неврологических симптомов не отмечается (см. рис. 2, нижний ряд).

Клинический пример 2

Пациентка К., 32 лет. Около 12 лет ее беспокоили головные боли. Сделана МРТ головы 5 лет назад, выявлены признаки гидроцефалии. Проводилась выжидательная тактика, динамическое наблюдение у невролога. За 1 год до поступления головные боли усилились, стали ежедневными, временами очень сильными. Боли купировались только инъекционными формами анальгетиков в комбинации с мочегонными препаратами. Внутричерепной гипертензии нет.

При новой МРТ головного мозга выявлена гидроцефалия вследствие двусторонней атрезии ОМ. Определялись

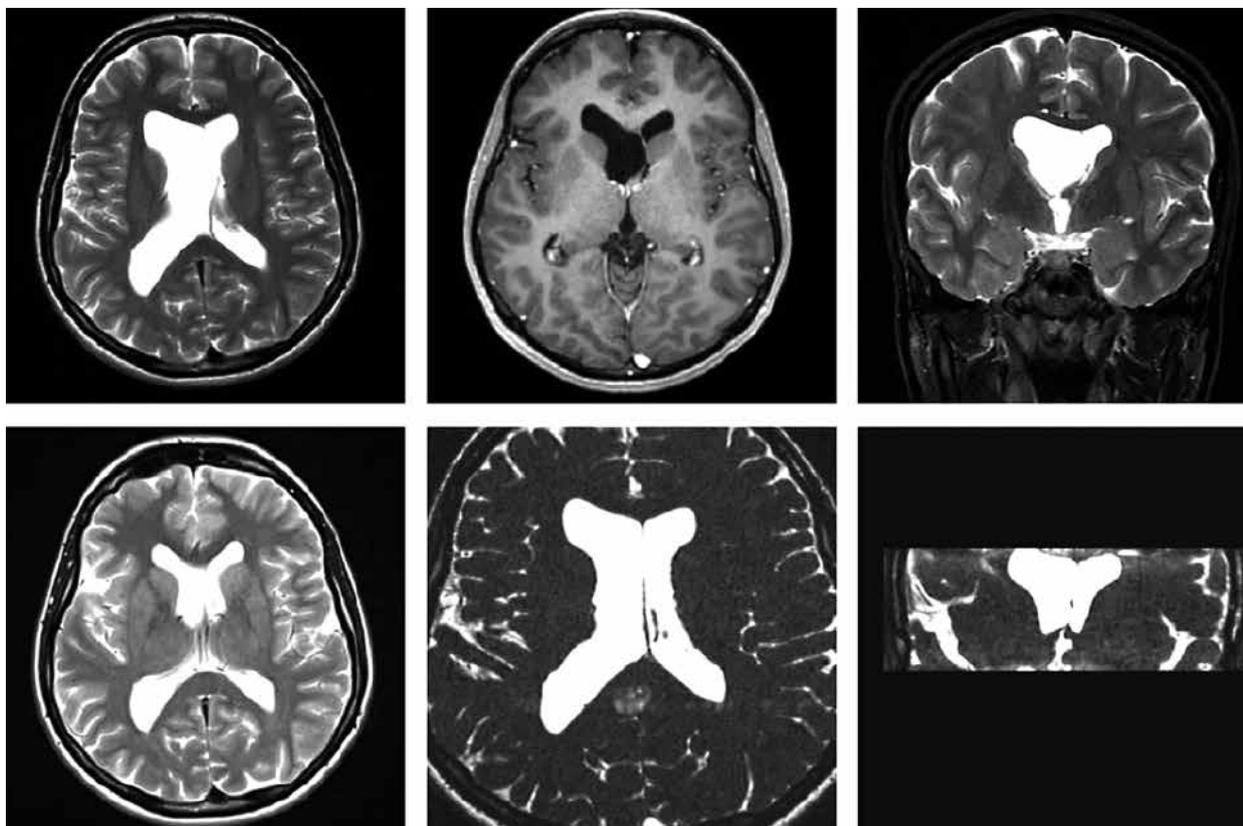


Рис. 2. Верхний ряд: МРТ головного мозга пациентки Б. до операции. Определяется расширение правого бокового желудочка, отсутствие опухолевого процесса в области ОМ, дислокация прозрачной перегородки в сторону левого бокового желудочка. Нижний ряд: МРТ головного мозга пациентки Б. через 1 год после операции. Размеры правого бокового желудочка уменьшились, хотя он остается несколько шире, чем левый; прозрачная перегородка (определяется дефект — септостомия) расположена по средней линии

Fig. 2. Top row: MRI of the brain of patient B. before surgery. Enlargement of the right lateral ventricle can be seen, no tumors are present in the region of the foramen of Monroe, dislocation of the septum pellucidum towards the left lateral ventricle can be observed. Bottom row: brain MRI, patient B. 1 year after surgery. The size of the right lateral ventricle decreased, although it remains somewhat enlarged compared to the left lateral ventricle; septum pellucidum is located at the midline and its defect (septostomy) can be visualized

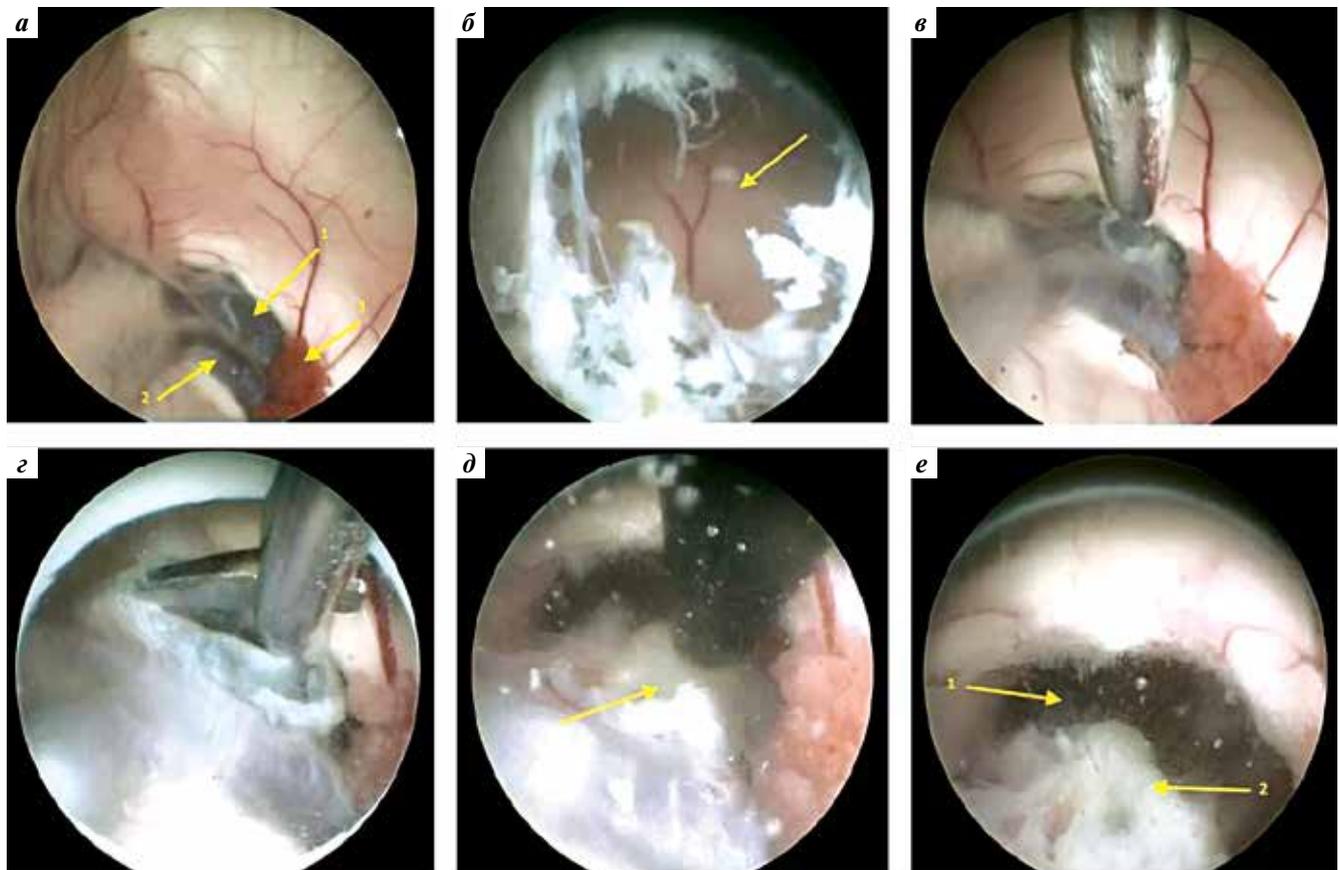


Рис. 3. После введения эндоскопа в правый боковой желудочек визуализирована область правого ОМ: а – мембрана (1 – мембрана, перекрывающая просвет ОМ; 2 – слияние септальных вен; 3 – сосудистое сплетение правого бокового желудочка); б – первым этапом при помощи биполярной коагуляции выполнена септостома, сквозь которую стала видна полость левого бокового желудочка (стрелка); в – затем сомкнутыми ножницами перфорирована мембрана; г – отверстие в мембране расширено, края мембраны активно запульсировали в такт сердцебиению, что стало свидетельствовать о восстановлении ликворциркуляции; д – края мембраны коагулированы; е – после коагуляции краев мембраны полностью раскрылось ОМ, стала видна полость III желудочка (1 – просвет ОМ, через него видна полость III желудочка; 2 – коагулированный остаток арахноидальной мембраны)

Fig. 3. View of the foramen of Monroe on the right: а – membrane (1 – membrane spanning the foramen; 2 – fusion of septal veins; 3 – vascular plexus of the right lateral ventricle); б – septostomy through which the cavity of the left lateral ventricle is visible (arrow); в – membrane perforation using closed scissors; г – expansion and dissection of the perforated membrane; д – coagulation of the pulsating edges of the membrane, the remainder of the coagulated membrane is indicated by an arrow; е – view of the foramen of Monroe at the end of the procedure (1 – the opening of the foramen of Monroe, through which the cavity of the third ventricle is visible; 2 – the remainder of the coagulated arachnoid membrane)

симметричное расширение боковых желудочков, компрессия конвекситальных субарахноидальных пространств, они не прослеживались. Прозрачная перегородка располагалась по средней линии, крыша III желудочка уплощена, миндалины мозжечка пролабировали в большое затылочное отверстие ниже первого шейного позвонка, сформировалось частично «пустое» турецкое седло (рис. 4, верхний ряд). Состояние по шкале Kiefer – 6, по модифицированной шкале Rankin – 1 балл.

Проводился контроль состояния пациентки К. вскоре после операции и через 1 год (рис. 4, средний и нижний ряд соответственно).

В правой прекокоронарной области в 4 см от средней линии и 2 см спереди от коронарного шва выполнен разрез кожи и подлежащих мягких тканей, скелетирована кость и наложено фрезевое отверстие, коагулирована и рассечена твердая мозговая оболочка. Правый боковой

желудочек пунктирован интрадюрссером, по нему в полость желудочка введен эндоскоп. Визуализирована область правого ОМ: отмечена его атрезия (рис. 5 а). Первым этапом при помощи биполярной коагуляции выполнена септостома (рис. 5 б), сквозь которую стала видна полость левого бокового желудочка (рис. 5 в). Эндоскоп введен в противоположный боковой желудочек, верифицирована атрезия ОМ слева (рис. 5 г). Затем коагулировано мозговое вещество сразу спереди от слияния септальной и таламостриарной вен и сосудистого сплетения (рис. 5 д). Далее при помощи вентрикулостомических кусачек мозговое вещество перфорировано и расширена стома (рис. 5 е), после чего открылся доступ в III желудочек (рис. 5 ж). После этого под контролем эндоскопа в полость III желудочка введен стент (рис. 5 з) с дополнительно нанесенными заранее перфорациями (рис. 5 и) для достижения сообщения полостей III

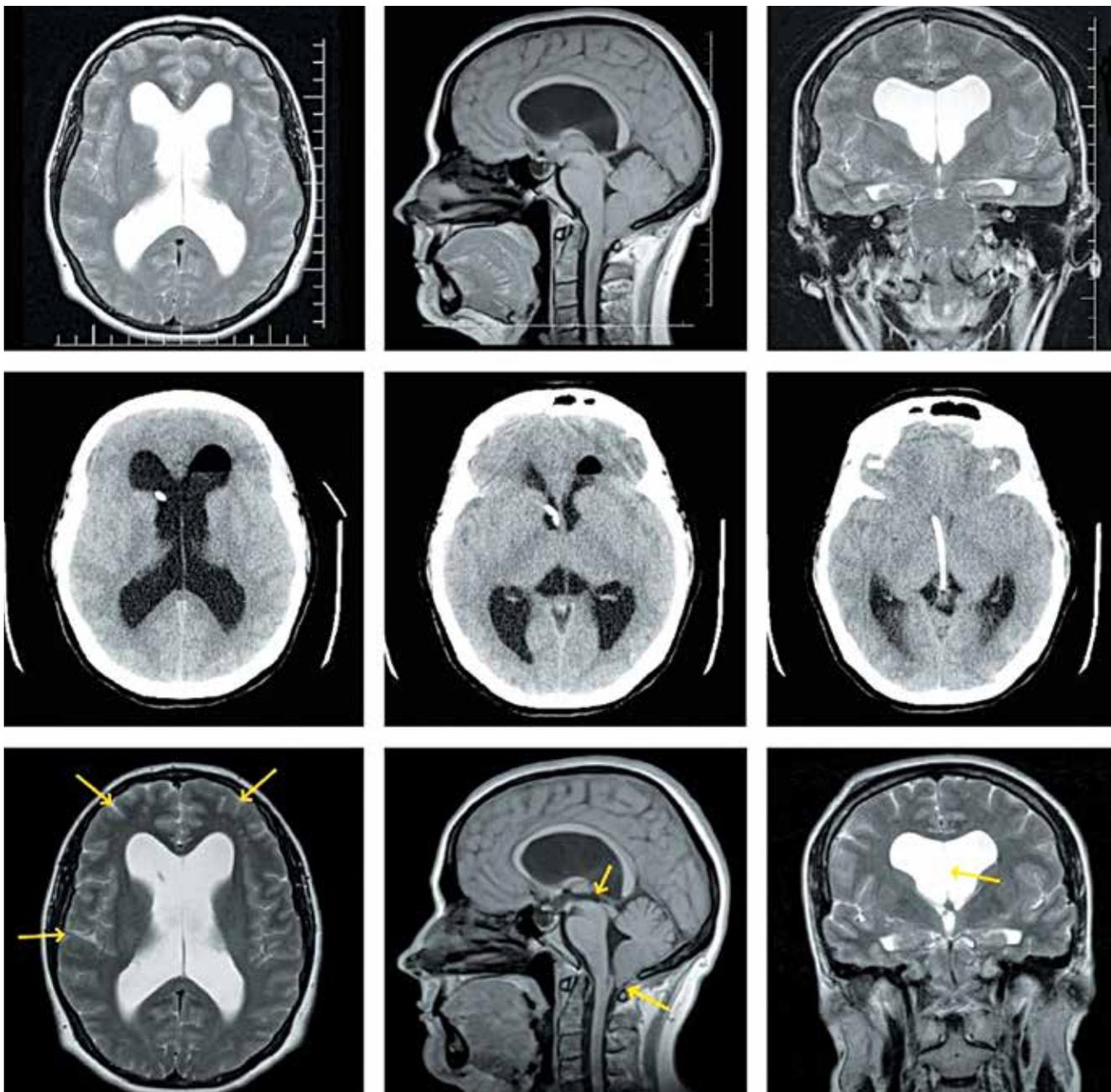


Рис. 4. Верхний ряд: МРТ головы пациентки К. перед операцией (отмечается расширение боковых желудочков при обычных размерах III желудочка; конвексимальные субарахноидальные пространства компримированы и не прослеживаются; прозрачная перегородка расположена по средней линии; крыша III желудочка уплощена; миндалины мозжечка опущены в большое затылочное отверстие ниже С1-позвонка). Средний ряд: контрольная КТ головного мозга после операции (определяется положение стента, проходящего из правого бокового желудочка в III желудочек). Нижний ряд: МРТ головного мозга пациентки К. через 1 год после операции (боковые желудочки таких же размеров, как до операции; конвексимальные субарахноидальные пространства стали прослеживаться (стрелки); на сагиттальном изображении – крыша III желудочка вернулась в нормальное положение; миндалины мозжечка установились на уровне верхнего края С1-позвонка (стрелки); на фронтальной томограмме – в прозрачной перегородке определяется дефект (стрелка)

Fig. 4. Top row: MRI of patient K. before the surgery (marked enlargement of the lateral ventricles and normal size of the third ventricle; convexital subarachnoid spaces compressed and not traceable; septum pellucidum at the midline; the roof of the third ventricle flattened; cerebellar tonsils prolapsing below the level of C1 vertebra). Middle row: postoperative CT of the brain (the stent can be visualized passing from the right lateral ventricle to the third ventricle). Bottom row: MRI of patient K. one year after surgery (lateral ventricles are of the same size as before the surgery; convexital subarachnoid spaces can now be traced (arrow); the roof of the third ventricle shifted back to its normal position (arrows); a septostomy defect can be visualized in the septum pellucidum (arrows); the cerebellar tonsils have shifted back to the upper edge of the C1 vertebra (arrow)

и боковых желудочков. Операция сопровождалась неинтенсивным кровотечением (без полного прекраще-

ния видимости в операционном поле), остановленным ирригацией физиологического раствора. Эндоскоп



Рис. 5. После вентрикулопункции и введения эндоскопа визуализирована область правого ОМ: а – нет просвета ОМ (1 – передняя септальная вена, 2 – сосудистое сплетение, 3 – таламостриарная вена, 4 – атрезированное ОМ); б – первым этапом при помощи биполярной коагуляции выполнена септостома; в – сквозь септостому стала видна полость левого бокового желудочка; г – эндоскоп введен в противоположный боковой желудочек, верифицирована атрезия ОМ слева (1 – область противоположного ОМ, 2 – передняя септальная вена); д – затем коагулировано мозговое вещество сразу кпереди от слияния септальной и таламостриарной вены и сосудистого сплетения; е – при помощи вентрикулостомических кусачек мозговое вещество перфорировано и стома расширена; ж – после чего открылся доступ в III желудочек; з – далее под контролем эндоскопа в полость III желудочка введен стент; и – на стент дополнительно заранее нанесены перфорации (стрелка) для достижения сообщения полостей III и боковых желудочков

Fig. 5. Surgical stages of right foramen of Monroe foraminoplasty and stenting: а – view of right foramen of Monroe (1 – anterior septal vein, 2 – vascular plexus, 3 – thalamostriate vein, 4 – obstructed foramen of Monroe); б – coagulation and dissection of the septum pellucidum; в – through the septostomy, the cavity of the left lateral ventricle is visible; г – the endoscope is inserted into the left lateral ventricle (1 – contralateral foramen of Monroe, 2 – the anterior septal vein); д – coagulation of the medulla in the proper location of the foramen of Monroe; е – foramen of Monroe foraminoplasty using rongeurs; ж – the newly created foramen of Monroe, through which the cavity of the third ventricle is visible; з – a stent is inserted into the cavity of the third ventricle to a predetermined depth; и – additional perforations performed in the stent (arrow) to allow for communication between the cavities of the lateral and third ventricles

с интрадьюссером удалены, отверстие в кости тампонируется плотно сформированным фрагментом гемостатической губки. Мягкие ткани послойно ушиты.

На контрольных послеоперационных КТ головного мозга боковые желудочки мозга оставались прежних размеров, из полости правого бокового желудочка в III желудочек

проходил стент, признаков кровоизлияний в полость черепа не отмечено (рис. 4, средний ряд).

В раннем послеоперационном периоде отмечалось значительное уменьшение головных болей, а при контрольном осмотре через 2 мес неврологическая симптоматика полностью регрессировала (оценка по шкалам Kiefer и Rankin – 0 баллов).

На МРТ головного мозга через 1 год после операции боковые желудочки мозга остались широкими. Однако отмечено появление конвекситальных субарахноидальных щелей. В прозрачной перегородке определялся дефект (септостома). Крыша III желудочка приняла нормальное положение, а миндалины мозжечка стали располагаться на уровне верхнего края С1-позвонка (рис. 4, нижний ряд).

Результаты хирургического лечения. Хирургическое лечение проведено всем 11 пациентам, 9 из них сделана эндоскопическая операция.

Тип А обструкции отверстия Монро (атрезия или стеноз). Это самый частый тип ИООМ. В нашей серии пациентов тип А выявлен в 8 из 11 случаев. При одностороннем стенозе ОМ, который наблюдался у 3 пациентов, выполнена только септостомия.

У 5 пациентов с двусторонним стенозом ОМ первым этапом выполнены осмотр прозрачной перегородки и септостомия. У 3 пациентов проводилась фораминопластика и стентирование ОМ справа (пациенты 1, 10, 11). У одного из этих пациентов через 2 нед после эндоскопической операции отмечалось возобновление симптомов – ему проведена ЛШО (пациент 11). В 2 случаях после осмотра прозрачной перегородки и септостомии имплантирована шунтирующая система (пациенты 5 и 7).

У 3 из 8 пациентов прозрачная перегородка представлена только трабекулами и выполнение септостомии не потребовалось.

У всех пациентов с односторонним стенозом или атрезией ОМ после операции симптоматика полностью регрессировала в сроки от 1-х суток после операции до 2 мес.

В 3 случаях двусторонней ООМ у 2 пациентов после эндоскопических операций симптоматика регрессировала полностью (Kiefer, Rankin – 0 баллов). У 1 из них (в ходе операции обнаружены множественные микрокисты сосудистого сплетения) симптоматика не регрессировала, отмечалось усиление головных болей и через 2 нед после эндоскопической операции установлен программируемый ВПШ (пациент 11). После этого состояние пациента улучшилось и стабилизировалось (Kiefer – 8, Rankin – 3 балла).

У пациента 11 с двусторонней атрезией ОМ после операции развилась гемиплегия на контрлатеральной стороне, которая через 1 день полностью регрессировала. Причина данного осложнения осталась неясной.

Тип В обструкции отверстия Монро (морфологическая обструкция – мембрана). Мембранозная ООМ

наблюдалась у 2 из 11 пациентов. У пациента 3 – односторонняя, у пациента 9 – двусторонняя. У пациента 3 выполнена септостомия и рассечение мембраны; у пациента 9 сначала проведена септостомия, затем фораминопластика и стентирование ОМ.

Тип С обструкции отверстия Монро (функциональная обструкция). У пациента 8 при МРТ головного мозга предположено наличие двусторонней мембранозной ООМ. В ходе операции установлено, что таламусы располагались нетипично и почти полностью перекрывали ОМ, при этом просвет отверстий оставался свободным. После септостомии пациенту выполнено стентирование правого ОМ. Данный случай отнесен к типу обструкции С, поскольку у него не наблюдалась окклюзия просвета ОМ (не было стеноза или мембраны), а также отсутствовала атрофия полушарий большого мозга (нет признаков типа D). У пациента отмечено улучшение и стабилизация состояния настолько, что он был удовлетворен результатом операции и отказался от предложенной ему ЛШО (Kiefer – 3, Rankin – 1 балл). Летальных исходов в данной серии нет. Катамнез прослежен у 10 из 11 пациентов. Сроки катамнеза составили от 4 до 60 мес, средний период катамнеза – 29,4 мес.

Представлены сравнительные данные о состоянии пациентов перед операцией (см. рис. 1) и через 1 год после операции (рис. 6).

Динамика нейровизуализационных данных. У всех 3 пациентов с односторонней окклюзией ОМ и прослеженным катамнезом после операции отмечались уменьшение размеров расширенного бокового желудочка, нормализация положения прозрачной перегородки. В режиме FIESTA (CISS) в перегородке определялся дефект (септостома), в 3D T2-CUBE визуализировался артефакт от пульсации ликвора. У пациентки 3

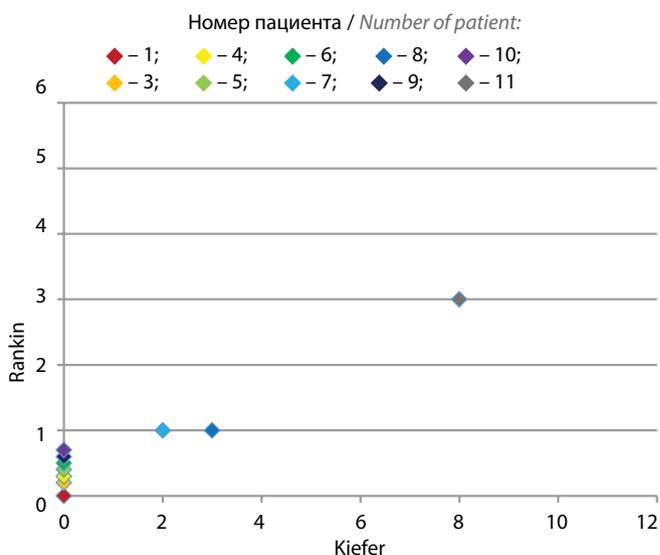


Рис. 6. Состояние пациентов после операции по шкалам Kiefer и Rankin
Fig. 6. Condition of the patients after surgery according to Kiefer and Rankin scales

Таблица 4. Нейровизуализационные данные пациентов до и после операции

Table 4. Neuroimaging data of patients before and after surgery

Номер пациента Number of patient	Пол, возраст, лет Sex, age, years	Сторона окклюзии Side of obstruction	Тип окклюзии Type of obstruction	Дислокация межжелудочковой перегородки до/после операции Dislocation of septum pellucidum before and after surgery	Конвекситальные субарахноидальные пространства до/после операции Convexital subarachnoid spaces before and after surgery	Септостомия Septostomy	Стент Stent	Крыша III желудочка до/после операции Roof of the third ventricle before and after surgery
1	М, 39 M, 39	DS	A	Нет/Нет No/No	Компримированы/Прослеживаются Compression/Normal	Нет No	Да Yes	Уплощена/Норма Flattening/Normal
2	Ж, 67 F, 67	S	A	Да/Нет данных Yes/No data	Компримированы/Нет данных Compression/No data	Да Yes	Нет No	Норма/Нет данных Normal/No data
3	Ж, 23 F, 23	S	B	Да/Нет Yes/No	Прослеживаются/Прослеживаются Normal/Normal	То же The same	То же The same	Норма/Норма Normal/Normal
4	М, 45 M, 45	D	A	То же The same	То же The same	– « –	– « –	То же The same
5	Ж, 25 F, 25	DS	A	Нет/Нет No/No	Компримированы/Прослеживаются Compression/Normal	– « –	– « –	Уплощена/Норма Flattening/Normal
6	Ж, 47 F, 47	D	A	Да/Нет Yes/No	Прослеживаются/Прослеживаются Normal/Normal	– « –	– « –	Норма/Норма Normal/Normal
7	Ж, 53 F, 53	DS	A	Нет/Нет No/No	То же The same	Нет No	– « –	Уплощена/Норма Flattening/Normal
8	Ж, 47 F, 47	DS	C	То же The same	– « –	То же The same	Да Yes	То же The same
9	М, 37 M, 37	DS	B	– « –	Компримированы/Прослеживаются Compression/Normal	Да Yes	То же The same	– « –
10	Ж, 32 F, 32	DS	A	– « –	То же The same	То же The same	– « –	– « –
11	Ж, 46 F, 46	DS	A	– « –	– « –	– « –	– « –	– « –

Примечание. D – справа, DS – справа и слева (двусторонняя), S – слева.

Note. D – right, DS – right and left (two-sided), S – left.

по правому ОМ, проходимость которого восстановлена при операции, определялся артефакт от пульсации ликвора.

У пациентов с двусторонней ООМ, пролеченных при помощи эндоскопической операции, желудочки могут уменьшаться в размерах или оставаться прежними. Только у пациента 9 желудочки уменьшились в размерах. У пациентов 1, 8, 10 боковые желудочки остались прежних размеров.

У 2 из 3 пациентов (5 и 11), пролеченных при помощи ЛШО, желудочки стали меньше в размерах. У пациента 7 размеры боковых желудочков не изменились. У всех 3 пациентов отмечено увеличение конвекситальных субарахноидальных щелей по сравнению с дооперационными МРТ головного мозга. В случаях

билатеральной ООМ крыша III желудочка приобрела нормальное положение.

У пациентов, которым проведено стентирование ОМ, по контрольной КТ головного мозга после операции определено корректное положение стента, который соединял полости III и правого бокового желудочков, проходя через вновь созданное ОМ.

Состояние пациентов после операции (оценка по шкалам Kiefer и Rankin) представлено на рис. 6. В табл. 4 представлены данные МРТ головного мозга до и после оперативного лечения.

ОБСУЖДЕНИЕ

У взрослых ИООМ – очень редкая патология [1–8]. Статистические данные по частоте встречаемости

заболевания в литературе не представлены. Из некоторых источников известно, что ООМ составляет не более 1 % всех форм окклюзионной гидроцефалии, при этом не указывается этиология гидроцефалии или ее идиопатический характер [6].

Клинические проявления данного заболевания складываются из общемозговой и гипертензионно-гидроцефальной симптоматики. В некоторых случаях описывается наличие признаков внутричерепной гипертензии на глазном дне [1, 6].

Показания к оперативному лечению при ИООМ противоречивы. В одних случаях предлагается оперировать только при наличии признаков внутричерепной гипертензии, в то время как большинство хирургов проводят операцию независимо от наличия этого признака [6, 7]. Повышение внутричерепного давления, зафиксированное при вентрикулопункции и измеренное количественно, стало показанием к проведению дальнейших манипуляций у некоторых хирургов [2, 7]. В нашей серии ни у одного из пациентов не выявлено внутричерепной гипертензии на глазном дне, но все они прооперированы и у всех больных, кто оказался доступен катамнезу, симптомы полностью или частично регрессировали. Мы не проводили измерение внутричерепного давления, но, по нашему мнению, при данной патологии имеет значение не числовое значение внутричерепного давления, а наличие его градиента между разными отделами желудочковой системы мозга. Следовательно, ценность измерения внутричерепного давления мала и необходимость в данной манипуляции сомнительна. Зафиксированная внутричерепная гипертензия при первичном приеме пациента должна влиять только на сроки проведения хирургического вмешательства, а не на тактику ведения пациента.

До появления эндоскопической техники для хирургического лечения данной формы гидроцефалии применялась микрохирургическая септостомия или ЛШО. С внедрением в клиническую практику эндоскопической техники подход к лечению пациентов с ИООМ за последние 19 лет изменился [4, 6].

Наибольшая серия из взрослых пациентов насчитывала 4 человека, из которых только 2 были прооперированы [6]. В случаях односторонней мембранной ООМ выполняется септостомия и фораминопластика [1, 3, 4, 7]. При стенозе или атрезии ОМ одни авторы предлагают выполнять только септостомию, другие — септостомию и фораминопластику [3, 14]. По нашему мнению, выполнение в этих случаях фораминопластики несет неоправданные риски повреждения таламостриарной вены и свода мозга, что может вызвать тяжелый неврологический дефицит. Считаем, что в случаях односторонней атрезии ОМ достаточно ограничиться септостомией с инспекцией противоположного ОМ для установления его проходимости.

В случаях двусторонней обструкции ОМ разных типов (мембрана с одной стороны и атрезия или стеноз

с другой стороны) пациентам следует проводить эндоскопическую операцию со стороны мембранозной обструкции. Пациентам выполняется септостомия (при отсутствии естественных дефектов в прозрачной перегородке) и затем фораминопластика. В имеющихся литературных данных на данном этапе предлагается прекращать операцию. На наш взгляд, хирургические действия стоит дополнять стентированием открытого ОМ, потому что не известна (не установлена) причина обструкции и не исключается вероятность реокклюзии. Наш выбор подкрепляется непродолжительным периодом катамнеза в представленной литературе.

При двусторонней атрезии или стенозе ОМ операция проводится справа. Первым этапом проводится осмотр прозрачной перегородки, и при ее целостности выполняется септостомия. Затем визуализируются основные ориентиры: место слияния септальной и таламостриарной вен, сосудистое сплетение бокового желудочка. Сразу кпереди от точки их пересечения выполняется пластика ОМ [2, 3]. Считаем необходимым дополнять операцию стентированием по вышеописанной причине. На стент необходимо нанести дополнительные перфорации для достижения сообщения полостей III и боковых желудочков.

В некоторых источниках указывается на факт выполнения тривентрикулостомии в дополнение к фораминопластике. Необходимость данной манипуляции остается неясной, тривентрикулостомия нами не выполняется.

При выборе метода хирургического лечения предпочтение следует отдавать эндоскопической операции как менее травматичной и исключающей недостатки ЛШО. Так, ЛШО показана пациентам при неэффективности эндоскопического воздействия [2], что в нашей серии встретилось только в 1 случае (рис. 7).

В большинстве случаев после операции у пациентов отмечается полный регресс симптомов [1–4, 6, 16]. Контрольные осмотры следует проводить через 2 и 12 мес после операции с обязательно оценкой нейровизуализационных данных. Далее осмотры и МРТ головного мозга выполняются только при ухудшении состояния пациента. При наличии внутричерепной гипертензии до операции через 1 мес после операции необходимо повторить осмотр глазного дна для оценки динамики изменений и зрительных функций.

У пациентов с односторонней ИООМ при оценке МРТ головного мозга после операции в первую очередь необходимо отмечать изменение размеров желудочковой системы мозга и положение прозрачной перегородки [3, 7]. Ее расположение по средней линии указывает на эффективность операции. Более объективные признаки эффективности операции: наличие артефакта от пульсации ликвора между желудочками во фронтальных срезах 3D T2-CUBE

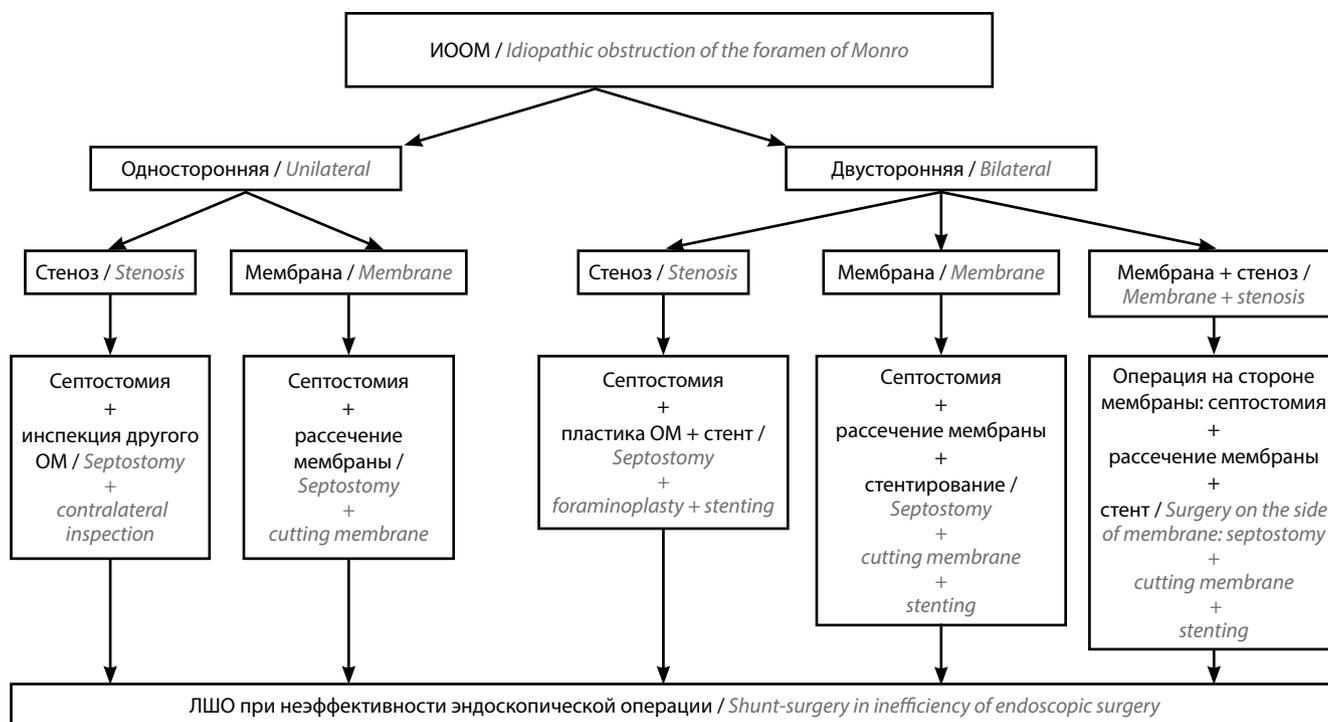


Рис. 7. Алгоритм лечения пациентов с идиопатической обструкцией отверстия Монро

Fig. 7. Algorithm for treating patients with idiopathic obstruction of the foramen of Monro

и визуализация дефекта в прозрачной перегородке в режиме FIESTA.

При оценке послеоперационных МРТ головного мозга у пациентов с двусторонней ИООМ размеры боковых желудочков могут не измениться [3, 7], и это не сама цель оперативного лечения. Уменьшение размеров желудочков не определяет лучшего исхода лечения: следует обратить внимание на динамику выраженности конвексимальных субарахноидальных пространств и убедиться в функционировании септостомы. Также возможно проследить расположение стента, при необходимости для этого можно использовать КТ головного мозга.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данная серия пациентов с ИООМ — самая большая из представленных в мировой литературе, но даже этот факт не позволяет сформулировать доказательные стандарты лечения пациентов с данной патологией ввиду ее редкости. Однако исследование позволяет говорить о хорошей эффективности эндоскопической операции и сформировать алгоритм выбора операции, который может применяться до получения более доказательных данных. Эндоскопическая операция технически более сложна, но вместе с тем не несет в себе рисков и недостатков, связанных с ЛШО, и может быть операцией выбора при первичном обращении пациента к нейрохирургу.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Boruah D.K., Arora M, Prakash A. et al. Idiopathic unilateral foramina of Monro stenosis: neuroimaging findings in three patients. JEBMH 2016;3(34):1673–5. DOI: 10.18410/jebmh/2016/374.
- Freudenstein D., Duffner F., Krapf H. et al. Neuroendoscopic treatment of idiopathic occlusion of the foramen of Monro in adults – two case reports. Neurol Med Chir (Tokyo) 2002;42(2):81–5. DOI: 10.2176/nmc.42.81.
- Kalhorn S.P., Strom R.G., Harter D.H. Idiopathic bilateral stenosis of the foramina of Monro treated using endoscopic foraminoplasty and septostomy. Neurosurg Focus 2011;30(4):E5. DOI: 10.3171/2011.1.FOCUS10298.
- Krucoff M.O., Chinn M., Babington P., Litvack Z.N. Controversial neuroendoscopic Monro foraminoplasty in the management of isolated lateral ventricle in an adult. Interdisciplinary Neurosurgery 2015;2(2):108–10. DOI: 10.1016/j.inat.2015.03.004.
- Mampalam T., Harsh G.R. 4th, Tien R. et al. Unilateral hydrocephalus in adults. Surg Neurol 1991;35(1):14–9. DOI 10.1016/0090-3019(91)90196-G.
- Mizrahi C.J., Cohen J.E., Gomori J.M. et al. Idiopathic bilateral occlusion of the foramen of Monro: An unusual entity with varied clinical presentations. J Clin Neurosci 2016;34:140–4. DOI: 10.1016/j.jocn.2016.05.015.
- Shukla D. Neuroendoscopic treatment of idiopathic occlusion of unilateral foramen of Monro presenting as chronic headache. J Neurosci Rural Pract 2016; 7(1):128–30. DOI: 10.4103/0976-3147.172152.
- Vaz-Guimaraes Filho F.A., Ramalho C., Suriano I.C. et al. Neuroendoscopic

- surgery for unilateral hydrocephalus due to inflammatory obstruction of the Monro foramen. *Arq Neuropsiquiatr* 2011;69(2A):227–31. DOI: 10.1590/S0004-282X2011000200017.
9. Mori K., Shimada J., Kurisaka M. et al. Classification of hydrocephalus and outcome of treatment. *Brain Dev* 1995;17(5):338–48. DOI: 10.1016/0387-7604(95)00070-r.
10. Shapiro R., Galloway S.J., Shapiro M.D. Minimal asymmetry of the brain: a normal variant. *AJR Am J Roentgenol* 1986;147(4):753–6. DOI: 10.2214/ajr.147.4.753.
11. Nigri F., Gobbi G.N., da Costa Ferreira Pinto P.H. et al. Hydrocephalus caused by unilateral foramen of Monro obstruction: A review on terminology. *Surg Neurol Int* 2016;7(Suppl 12):S307–13. DOI: 10.4103/2152-7806.182392.
12. Martinez-Berganza M.T.E., Bergua B.S., del Rio Perez C., Ballarin SM. Biventricular hydrocephalus due to idiopathic occlusion of foramina of Monro. *Neurologist* 2011;17(3):154–6. DOI: 10.1097/NRL.0b013e31821733af.
13. Sharifi G., Rezaee O., Jahanbakhshi A. Unilateral hydrocephalus due to idiopathic anomaly of foramen of Monro, treated successfully with endoscopic technique. Report of three cases. *Report of Three Cases. Cent Eur Neurosurg* 2010;71(03):143–6. DOI: 10.1055/s-0029-1220713.
14. Abderrahmen K., Aouidj M.L., Kallel J. et al. Hydrocephalus due to non tumoral stenosis of foramina of Monro: report of four cases. *Neurochirurgie* 2008;54(2):72–8. (In Fr.). DOI: 10.1016/j.neuchi.2008.01.008.
15. de Bonis P., Anile C., Tamburrini G. et al. Adult idiopathic occlusion of the foramina of Monro: diagnostic tools and therapy. *J Neuroimaging* 2008;18(1):101–4. DOI: 10.1111/j.1552-6569.2007.00170.x.
16. Maldonado I.L., De Champfleury N.M., Bonafe A., El-Fertit H. Bilateral idiopathic occlusion of the foramina of Monro. *Eur Neurol* 2012;67(3):167. DOI: 10.1159/000335080.
17. Javier-Fernandez J., Garcia-Cosmalon P.J., Vinuela J. et al. Endoscopic fenestration as a treatment for asymmetrical hydrocephalus due to obstruction of the foramen of Monro. *Neurocirugia (Astur)* 2001;12(6):513–5. (In Span.). DOI: 10.1016/s1130-1473(01)70668-9.
18. Oi S., Matsumoto S. Pathophysiology of nonneoplastic obstruction of the foramen of Monro and progressive unilateral hydrocephalus. *Neurosurgery* 1985;17(6):891–6. DOI: 10.1227/00006123-198512000-00003.
19. Raz E., Fatterpekar G., Davis A.J. et al. Mystery case: idiopathic bilateral stenosis of the foramina of Monro. *Neurol* 2012;79(18):e166–7. DOI: 10.1212/WNL.0b013e318271f792.
20. Schounauer C., Johnson R., Chiriatti S. et al. Adult idiopathic occlusion of Monro foramina: intraoperative endoscopic reinterpretation of radiological data and review of the literature. *Br J Neurosurg* 2014;28(6):717–21. DOI: 10.3109/02688697.2014.918580.

Вклад авторов:

Шевченко К.В.: разработка дизайна исследования, сбор, анализ, интерпретация и статистическая обработка данных;

Шиманский В.Н.: разработка дизайна исследования, научная редакция текста;

Тяняшин С.В.: разработка дизайна исследования, научная редакция текста;

Пошатаев В.К.: сбор и обработка материала;

Карнаухов В.В.: сбор и обработка материала;

Колычева М.В.: сбор и обработка материала, научная редакция текста;

Соложенцева К.Д.: сбор и обработка материала;

Афандиев Р.М.: сбор и обработка материала;

Донской А.Д.: сбор и обработка материала, написание статьи.

Authors' contributions

Shevchenko K.V.: research design, obtaining data for analysis, statistical analysis,

Shimanskiy V.N.: research design, scientific editing of the article;

Tanyashin S.V.: research design, scientific editing of the article;

Poshataev V.K.: obtaining data for analysis;

Karnaukhov V.V.: obtaining data for analysis;

Kolycheva M.V.: obtaining data for analysis, scientific editing of the article;

Solozhentseva K.D.: obtaining data for analysis;

Afandiev R.M.: obtaining data for analysis;

Donskoy A.D.: obtaining data for analysis, article writing.

ORCID авторов / ORCID of authors

Шевченко К.В. / Shevchenko K.V.: <https://orcid.org/0000-0003-3732-6664>

Шиманский В.Н. / Shimanskiy V.N.: <https://orcid.org/0000-0002-3816-847X>

Тяняшин С.В. / Tanyashin S.V.: <https://orcid.org/0000-0001-8351-5074>

Пошатаев В.К. / Poshataev V.K.: <https://orcid.org/0000-0002-3279-3733>

Карнаухов В.В. / Karnaukhov V.V.: <https://orcid.org/0000-0002-2581-8648>

Колычева М.В. / Kolycheva M.V.: <https://orcid.org/0000-0002-7741-6616>

Соложенцева К.Д. / Solozhentseva K.D.: <https://orcid.org/0000-0001-9984-9327>

Афандиев Р.М. / Afandiev R.M.: <https://orcid.org/0000-0001-6384-7960>

А.Д. Донской / A.D. Donskoy: <https://orcid.org/0000-0002-0719-5168>

Конфликт интересов отсутствует. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Financing. The study was performed without external funding.

Соблюдение прав пациентов и правил биоэтики. В публикации представлены обезличенные данные пациентов.

Compliance with patient rights and principles of bioethics. The publication presents anonymised patient data.

Статья поступила: 05.05.2021. **Принята к публикации:** 26.10.2021.

Article submitted: 05.05.2021. **Accepted for publication:** 26.10.2021.

МЕТОД КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ОБЪЕМА И СТРУКТУРЫ ПОСТТРАВМАТИЧЕСКИХ ОБРАЗОВАНИЙ В СПИННОМ МОЗГЕ ЖИВОТНЫХ МОДЕЛЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ

М.Я. Ядгаров¹, В.А. Смирнов^{1,2}, С.А. Базанович¹, С.И. Рябов¹, Е.В. Григорьева³, В.П. Чехонин⁴, А.А. Гринь^{2,3}

¹ФГБУ «НМИЦ кардиологии» Минздрава России; Россия, 121552 Москва, ул. 3-я Черепковская, 15а;

²ГБУЗ «Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского Департамента здравоохранения г. Москвы»; Россия, 129090 Москва, Б. Сухаревская пл., 3;

³Клинический медицинский центр «Кусково», ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова» Минздрава России; Россия, 111398 Москва, ул. Кусковская, 1а;

⁴ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, Москва; Россия, 117997 Москва, ул. Островитянова, 1

Контакты: Михаил Яковлевич Ядгаров mikhail.yadgarov@mail.ru

Введение. Травма спинного мозга – тяжелое повреждение ЦНС, приводящее к разрушению ткани спинного мозга и развитию грубого неврологического дефицита. В доклинических исследованиях точная количественная оценка структуры и объема посттравматических изменений в спинном мозге важна для оценки эффективности нейропротективной и (или) нейрорегенеративной терапии. Существующие методы расчета параметров объемных образований в спинном мозге связаны с необходимостью ручного выделения области интереса, а это трудоемкий и далеко не всегда точный процесс.

Цели исследования – разработать программное обеспечение и реализовать автоматизированный алгоритм количественной оценки объема и структуры посттравматических образований в спинном мозге с применением высокопольной МРТ 7.0 Тесла, а также сравнить точность метода с существующими способами расчета.

Дизайн исследования. В исследовании использовали модель контузионной травмы спинного мозга тяжелой степени у самок крыс Sprague–Dawley весом 250–350 г. Магнитно-резонансное исследование проводили на 1-е сутки после нанесения травмы, а в дальнейшем – четырехкратно с интервалом в 1 нед.

Материалы и методы. Повреждение спинного мозга вызывалось падением стержня (вес – 10 г, диаметр вершины – 2 мм) с высоты 25 мм на дорсальную поверхность спинного мозга у наркотизированных крыс на уровне позвонков Th9–Th10 после проведения ламинэктомии. Для разработки программного обеспечения использована среда Microsoft Visual Studio 2017 с языком программирования C#. Статистическая обработка данных проведена с использованием программы IBM SPSS Statistics 21.0.

Результаты. Разработана и запатентована программа Spinal cavity Searcher, реализующая алгоритм анализа T2-взвешенных изображений, основанный на применении бинаризации и метода цепного кода Фридмана, и позволяющая в полуавтоматическом режиме рассчитывать объем посттравматических образований в спинном мозге крыс. Сравнение результатов расчета, полученных с помощью данного алгоритма и методом «ручного» выделения области интереса, не показало статистически значимых различий в значениях объема контузионного очага.

Заключение. Предложенный метод количественной оценки структуры и объема посттравматических образований в спинном мозге животных моделей позволяет существенно упростить (по сравнению с ручным методом) процедуру расчета за счет автоматизации процесса выделения области интереса (Region of Interest – RoI) при сопоставимом уровне точности.

Клиническая значимость. Разработанный алгоритм позволяет оптимизировать процесс неинвазивного контроля эффективности проводимой терапии по данным высокопольной МРТ 7.0 Тесла.

Ключевые слова: травма спинного мозга, компьютерный анализ медицинских изображений, магнитно-резонансная томография, посттравматические изменения, животные модели, программное обеспечение

Для цитирования: Ядгаров М.Я., Смирнов В.А., Базанович С.А. и др. Метод количественной оценки объема и структуры посттравматических образований в спинном мозге животных моделей с применением магнитно-резонансной томографии. Нейрохирургия 2022;24(1):38–44. DOI: 10.17650/1683-3295-2022-24-1-38-44.

The method of quantitative assessment of posttraumatic spinal cord injury volume and structure in animal models using magnetic resonance tomography

M. Ya. Yadgarov¹, V.A. Smirnov^{1,2}, S.A. Bazanovich¹, S.I. Ryabov¹, E.V. Grigorieva³, V.P. Chekhonin⁴, A.A. Grin^{2,3}

¹National Medical Research Center of Cardiology, Ministry of Health of Russia; 15a 3rd Cherepkovskaya St., Moscow 121552, Russia;

²N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine, Moscow Healthcare Department; 3 Bolshaya Sukharevskaya Sq., Moscow 129090, Russia;

³Clinical Medical Center «Kuskovo», A.I. Evdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry, Ministry of Health of Russia; 1a Kuskovskaya St., Moscow 111398, Russia;

⁴Pirogov Russian National Research Medical University (Pirogov Medical University); 1 Ostrovitianov St., Moscow 117997, Russia

Contacts: Mikhail Yakovlevich Yadgarov mikhail.yadgarov@mail.ru

Introduction. Spinal cord injury is a debilitating traumatic event in central nervous system resulting in tissue destruction and severe neurological deficit development. Preclinical assessment of quantitative lesion area parameters (e. g. structure and volume) is critical for subsequent evaluation of neuroprotective and/or neuroregenerative therapy efficiency. Current methods for parameter calculation require manual limitation of the interested area (region of interest, RoI). This process is tedious and often not precise enough.

Study objective is to develop and implement software for automated assessment of volume and structure of posttraumatic spinal cord lesion using extra-high-field MRI 7.0 Tesla and to compare methods preciseness with the current manual techniques.

Study design. Ten rat models of acute severe spinal cord contusion injury were used including female Sprague–Dawley animals weighting 250–350 gr. MRI imaging was performed in 1 day postoperative and then 4 times with interval (1 week). Study was prospective open-label uncontrolled comparative.

Materials and methods. Standard spinal cord contusion injury model was used. Anesthetized animals underwent laminectomy at level Th9–Th10 vertebrae followed by “weight drop” injury technique application: 10 g weight with 2 mm pin diameter dropped from 25 mm height. Software was developed using Microsoft Visual Studio 2017 environment and programming language C#. Statistical analysis was performed using IBM SPSS Statistics 21.0 software.

Results. We developed and patented specialized software Spinal cavity Searcher realizing the algorithm of T2-weighted images (T2-WI) analysis based on image binarization and Freeman chain code. This algorithm supports calculation of spinal cord posttraumatic lesion parameters in a half-automatic manner. Results of this algorithm application were comparable to results of manual calculation: no statistical difference were observed between two values.

Conclusion. Current method of spinal cord injury volume and structure quantitative assessment simplifies the calculation procedure due to automatization of RoI limitation comparing to manual technique. The level of preciseness is comparable in both methods.

Clinical relevance. The developed algorithm optimizes the process of non-invasive control of the performed treatment efficiency according to 7.0 Tesla MRI data.

Key words: spinal cord injury, medical images computed analysis, magnetic resonance imaging, posttraumatic lesion, animal models, software

For citation: Yadgarov M.Ya., Smirnov V.A., Bazanovich S.A. et al. The method of quantitative assessment of posttraumatic spinal cord injury volume and structure in animal models using magnetic resonance tomography. *Neyrokhirurgiya = Russian Journal of Neurosurgery* 2022;24(1):38–44. (In Russ.). DOI: 10.17650/1683-3295-2022-24-1-38-44.

ВВЕДЕНИЕ

Травма спинного мозга (ТСМ) — сложный динамический процесс, возникающий вследствие механического повреждения, за которым следует последовательность событий, приводящих к вторичному повреждению и дальнейшей гибели ткани спинного мозга. Этот процесс, а также дальнейшее воздействие вторичных факторов повреждения в конечном счете служат причиной развития грубого и в большинстве случаев стойкого неврологического дефицита. В развитии вторичного повреждения играют роль ишемия тканей, воспаление, оксидативный стресс и последующий некроз тканей, а также демиелинизация аксонов, что в итоге приводит к формированию посттравматической кисты, астроглиозного рубца и разрастанию

соединительной ткани [1, 2]. Учитывая особенности динамически изменяющейся структуры зоны повреждения, взаимодействие и взаимозависимость отдельных компонентов, целесообразно говорить о комплексной кистозно-глиозно-фиброзной трансформации ткани спинного мозга в зоне повреждения.

Ушиб спинного мозга — актуальная медицинская и социальная проблема, для решения которой важно способствовать применению современных подходов к терапии, в частности технологий регенеративной медицины [3]. В свою очередь, для оценки эффективности проводимой нейропротективной и (или) нейро-регенеративной терапии крайне важна точная оценка структуры и объема посттравматических изменений

в спинном мозге [4]. Золотым стандартом неинвазивной диагностики ТСМ служит магнитно-резонансная томография (МРТ) [5].

На данный момент не решена задача автоматизации количественной оценки посттравматических объемных образований в спинном мозге лабораторных животных с применением МРТ. Это объясняется тем, что контузионный очаг представляет собой сложное для визуализации негетерогенное образование с нечеткими контурами и ярко выраженной динамикой изменения структуры во времени. В настоящее время в доклинических исследованиях количественную оценку параметров посттравматических изменений спинного мозга проводят «ручным» (мануальным) методом и, как правило, с использованием программного обеспечения ImageJ или VGStudio MAX [4, 6, 7]. Все алгоритмы мануального расчета объединяет наличие этапа ручного выделения области интереса, не отличающегося высокой точностью, трудоемкого и продолжительного процесса, особенно при наличии большой группы животных. Таким образом, задача автоматизации определения объема контузионного очага в спинном мозге крыс важна для оценки и оптимизации эффективности проводимой терапии и представляет большой интерес (в большей степени для научных работников, в меньшей — для клиницистов).

Цель исследования — автоматизация процесса количественной оценки посттравматических изменений в спинном мозге крыс.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Отбор лабораторных животных и моделирование травмы. В проведенное исследование были включены 10 белых крыс линии Sprague–Dawley, исключительно самки, весом 250–350 г. Всех животных содержали в индивидуальных клетках в стандартных условиях клинично-биологической лаборатории: режим освещения — 12/12 ч, свободный доступ к воде и пище. Все хирургические вмешательства на животных проводили строго в асептических условиях, с использованием стерильного хирургического инструментария. Работу с животными и их содержание проводили в соответствии с международными рекомендациями GLP (Good Laboratory Performance). Все хирургические вмешательства и последующие исследования, требующие фиксации животного, проводили под инъекционным наркозом. Комбинированная смесь для наркоза включала 5 % раствор кетамина (Калипсол®) — 3,0 мл, 2 % раствор ксилазина (Ксила®) — 3,0 мл, 1 % раствор ацепромазина (Ветранквил®) — 1,0 мл. Полученный раствор вводили внутримышечно либо внутрибрюшинно из расчета 0,1 мл раствора на 100 г веса животного. С использованием хирургического набора и высокооборотной дрели выполняли ламинэктомию на уровне Th9 и частично Th10 позвонков, после чего наносили контузионную ТСМ на уровне Th9–Th10 позвонков

по общепринятой технике weight drop. В соответствии с классификацией D.M. Basso и соавт. [8] в исследовании использовали модель контузионной ТСМ тяжелой степени: груз весом 10 г и диаметром сечения 2 мм свободно падал с высоты 25 мм. Послеоперационная рана ушивалась наглухо с помощью стерильного шовного материала без оставления дренажей.

Проведение высокопольной МРТ 7.0 Тесла. Исследование МРТ проводили на сверхвысокопольном МР-томографе Clin Scan 7.0 T (Brucker BioSpin, Германия). Анализ T2-взвешенных изображений (T2-ВИ) и оценку T2-релаксивности проводили при следующих параметрах: время повторения TR = 40 мс, время эхо TE = 29 мс, базовое разрешение 320 × 230, FOV 45 × 32 мм, угол переворота (flip angle) — 15°, толщина срезов — 0,5 мм.

Методы анализа изображений. Для разработки и реализации процесса автоматического выбора RoI на изображениях использовали алгоритм бинаризации с фиксированным нижним порогом. Цель данного преобразования — радикальное уменьшение количества информации, содержащейся на изображении.

Полученное бинарное изображение явным образом задает границы объекта. Для проведения контурного анализа использовали способ кодирования контура — цепной код Фридмана (Freeman Chain Code) [9]. В большинстве случаев цепные коды используются для представления границы объекта (контура) в виде последовательности отрезков прямых линий с определенными длиной и направлением. В основе данного представления лежит структура 8-связной решетки (рис. 1). Длина каждого отрезка определяется разрешением решетки, а направления задаются выбранным кодом. Для представления всех направлений в 8-связной решетке цепного кода требуется 3 бита.

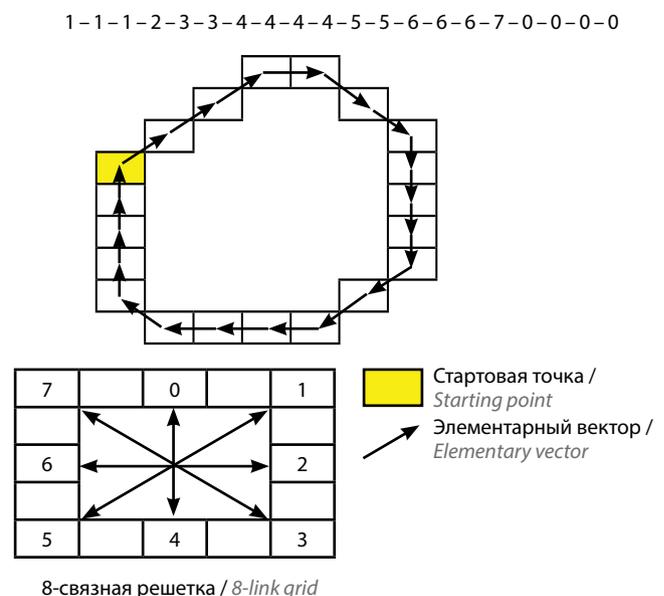


Рис. 1. Алгоритм цепного кода Фридмана

Fig. 1. Friedman chain code algorithm

С целью подбора оптимального значения нижнего порога бинаризации использован метод Оцу (N. Otsu) [10] — алгоритм, позволяющий разделить пиксели 2 классов: «полезные» и фоновые. Порог рассчитывается таким образом, чтобы внутриклассовая дисперсия была минимальной.

Для реализации «ручного» метода расчета площади выделенной RoI использована формула площади Гаусса — определение площади многоугольника, вершины которого заданы на плоскости декартовыми координатами.

Статистический анализ и программирование. Для разработки программного обеспечения взяли среду Microsoft Visual Studio 2017 с языком программирования C#, а также библиотеку анализа изображений OpenCVSharp.

Для статистической обработки данных использовали программу IBM SPSS Statistics 21.0. Проверку данных на соответствие нормальному закону распределения проводили с применением теста Шапиро—Уилка, доверительные интервалы строили для медианных значений объемов контузионного очага. Для межгруппового анализа использовали критерий Манна—Уитни.

РЕЗУЛЬТАТЫ

МРТ-исследование на сверхвысокопольном аппарате Clin Scan 7.0 Т у лабораторных животных проводили на 1-е сутки после нанесения травмы и в дальнейшем 4-кратно с интервалом в 1 нед. Основная задача исследования — оценка динамики изменения структуры и объема посттравматического очага в спинном мозге (рис. 2). В 1-е сутки после ТСМ наблюдается на Т2-ВИ формирование очага гематомиелии, имеющего в данном режиме гипоинтенсивный сигнал по сравнению с интактной тканью. Вокруг очага кровоизлияния визуализируются зоны перифокального отека, видимые на Т2-ВИ как слабо гиперинтенсивные (рис. 2 а). Во многих случаях наблюдается картина расширения центрального канала вследствие нарушения ликвородинамики на фоне отека и развития кровоизлияния. В дальнейшем, через 7–10 сут после нанесения травмы отмечается снижение выраженности перифокального отека и признаков расширения центрального канала (рис. 2 б, в). Далее за счет патологических механизмов первичного и вторичного повреждения спинного мозга, а также после ретракции детрита в центральных отделах зоны повреждения происходит формирование посттравматической кисты,

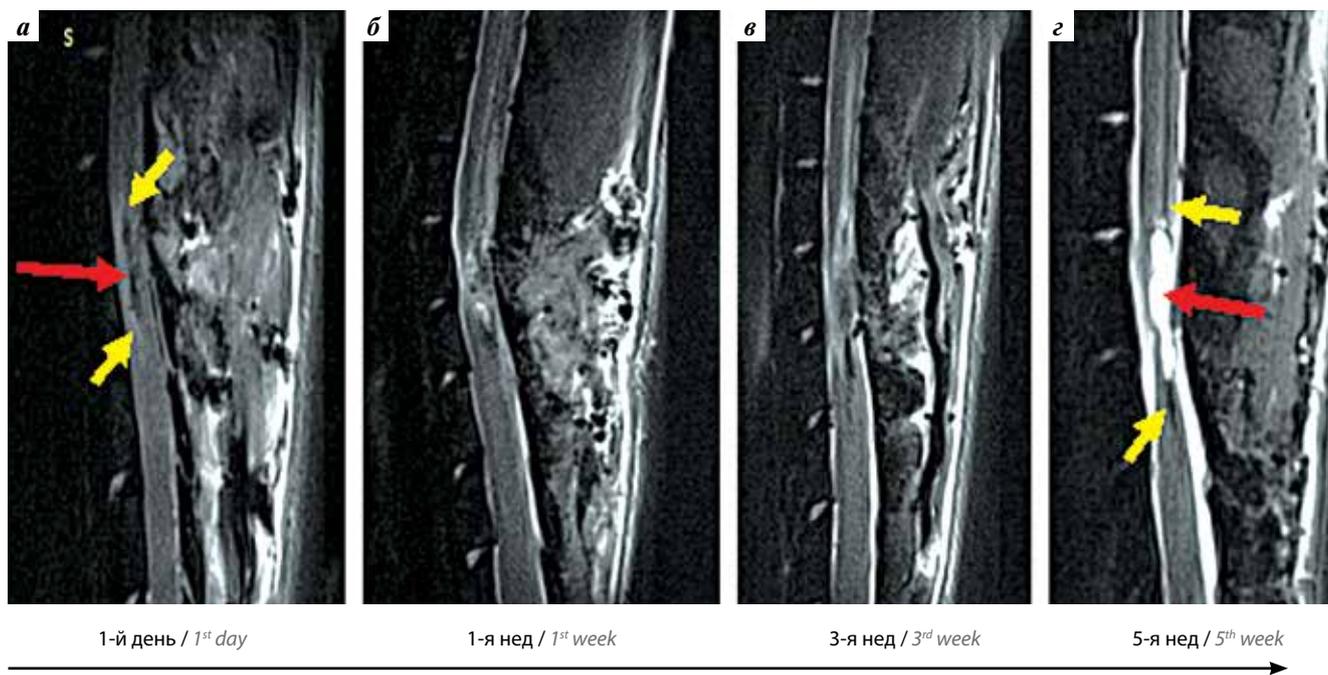


Рис. 2. Временная динамика изменения структуры контузионного очага после ТСМ (МРТ 7.0 Т, сагиттальные срезы, Т2-ВИ): а — 1-е сутки (визуализируется гипоинтенсивный очаг кровоизлияния — гематомиелии (красная стрелка), окруженный слабо гиперинтенсивными зонами перифокального отека (желтые стрелки); б — 1-я неделя; в — 3-я неделя (на протяжении 2–3 нед наблюдается постепенный регресс перифокального отека, проявляющийся снижением интенсивности исходно слабо гиперинтенсивного сигнала); г — 5-я неделя (визуализируется сформированная посттравматическая киста — выражено гипоинтенсивное образование (красная стрелка), окруженная слабо гиперинтенсивной зоной глиозно-фиброзной трансформации (желтые стрелки))

Fig. 2. Changes in the structure of the contusion area after spinal cord injury (7 Tesla MRI, T2-weighted image, sagittal view): а — day 1 (a hypointense hemorrhagic focus (hematomyelia, red arrow) surrounded by mildly hyperintense areas of perifocal edema (yellow arrows); б — week 1; в — week 3 (there is a gradual regression of perifocal edema during 2–3 weeks, manifesting itself by a decreasing intensity of initially mildly hyperintense signal); г — week 5 (there is a well-formed posttraumatic cyst visualized as a hypointense formation (red arrow) surrounded by a mildly hyperintense area of glial fibrous transformation (yellow arrows))

окруженной астроглиально-фиброзным рубцом. Данная структура выглядит на T2-ВИ как выражено гиперинтенсивная (рис. 2 з), преимущественно за счет заполнения кисты цереброспинальной жидкостью.

Важная особенность картины МРТ у животных моделей – постепенное уменьшение поперечника спинного мозга в области контузионного очага, связанное с процессами атрофии в области повреждения и ретракции поврежденных тканей спинного мозга.

Таким образом, задача оценки объемов предполагает в первую очередь решение проблемы определения границ неоднородного по структуре контузионного очага, что накладывает ряд требований к программно-техническим средствам реализации и алгоритмам анализа.

Для решения данной задачи использовали программно-реализованные алгоритмы бинаризации и цепного кода Фридмана. Применение бинаризации позволяет уменьшить количество информации на изображении и решить тем самым проблему негетогенности объемных образований, т. е. обеспечить несрабатывание цепного кода внутри образования и таким образом сформировать единый контур по границам исследуемого объекта.

Для реализации указанных процессов разработано и запатентовано программное обеспечение – программа Spinal cavity Searcher (ScS), позволяющая объективно рассчитывать объем контузионного очага за счет применения алгоритма бинаризации с нижним пороговым значением и последующим выполнением алгоритма цепного кода Фридмана для кодирования контура и определения площади области интереса (рис. 3).

Оптимальные значения нижнего порога бинаризации получены с использованием алгоритма Оцу. Файлы DICOM, полученные в ходе исследования, загружали в программу ScS, после чего проводили отбор срезов в области контузионного очага. Затем указывали период времени после ТСМ и толщину среза. Далее начинается работа программы: для каждого среза автоматически последовательно выполняется применение бинаризации и цепного кода, а в файл на жестком диске записываются значения площадей областей интереса.

Расчет объема очага в дальнейшем проводили путем суммирования площадей RoI и произведения на толщину среза, по следующей формуле:

$$Q = \sum_i dS_i,$$

где Q – объем образования в спинном мозге; i – номер среза; d – толщина среза; S_i – площадь RoI на срезе i .

С использованием разработанной программы ScS проведена оценка динамики изменения объема контузионного очага в спинном мозге в течение 5 нед. Кроме того, для понимания точности расчета



Рис. 3. Интерфейс программы Spinal cavity Searcher и пример применения метода бинаризации и алгоритма цепного кода Фридмана: а – исходный скан, полученный на МРТ Clin Scan 7.0 T, T2-ВИ, сагиттальная проекция; б – структура изображения после применения алгоритма бинаризации; в – структура изображения после применения цепного кода Фридмана для кодирования контура; з – интерфейс

Fig. 3. Interface of the Spinal cavity Searcher software and an example of binarization and use of Friedman chain code algorithm: а – original scan obtained using the MRI Clin Scan 7.0 T, T2-WI, sagittal view; б – image structure after applying the binarization algorithm; в – image structure after applying the Friedman chain code to encode the contour; з – interface

предложенным алгоритмом проведен сравнительный анализ с использованием «ручного» метода расчета, также реализованного в программе ScS (рис. 4). Расчет критерия Манна–Уитни показал отсутствие статистически значимых различий в значениях объема контузионного очага, полученных двумя методами (табл. 1).

ОБСУЖДЕНИЕ

Невозможность проведения моделируемого экспериментального анализа по контролю эффективности терапии ТСМ у человека диктует острую необходимость в использовании животных моделей спинальной травмы. Наиболее часто в качестве моделей используют крыс. Развитие аппаратов МРТ позволило получить высокие значения вектора индукции магнитного поля, что позитивным образом сказалось на разрешающей способности и позволило добиться надежной визуализации структур ЦНС у мелких грызунов. Тем не менее, проблема количественной оценки посттравматических изменений на МР-изображениях решается в большинстве случаев с помощью неспециализированного программного обеспечения для анализа изображений (ImageJ или VG Studio Max) и требует контролируемой сегментации RoI и выделения ее границ. Этот процесс отличается относительно низкой точностью, а также определенной трудоемкостью, так как на 1 объемное образование может приходиться 5 и более

Таблица 1. Сравнение с помощью критерия Манна–Уитни результатов оценки объема контузионного очага двумя алгоритмами: «ручным» и программным

Table 1. Comparison of the results of assessing the contusion volume using automatic and “manual” algorithm (Mann–Whitney U-test)

Время после травмы Time since injury	I сутки 1 st day	Неделя Week				
		I	II	III	IV	V
Принятая гипотеза и P-value ¹ Accepted hypothesis and P-value ¹	H_0 0,15	H_0 0,15	H_0 0,10	H_0 0,20	H_0 0,20	H_0 0,25

¹ Значимых различий в значениях параметра H_0 нет.

¹ No significant differences in H_0 .

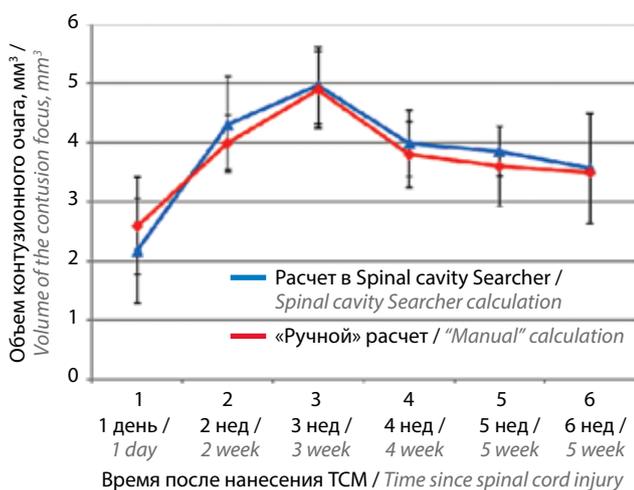


Рис. 4. Временная динамика изменения объема контузионного очага, рассчитанного в программе ScS: программным алгоритмом (синий) и «ручным» (красный). Достоверных различий между двумя методами расчета не выявлено

Fig. 4. Dynamics of the volume of contusion focus calculated using the ScS software: with an automatic algorithm (blue) and manually (red). There were no significant differences between the two calculation methods

срезов. Цель данного исследования — автоматизация процесса количественной оценки посттравматических изменений в спинном мозге крыс. Исходя из особенностей МР-картины контузионной травмы, выбраны оптимальные с точки зрения решения задачи алгоритмы — алгоритм бинаризации с фиксированным нижним пороговым значением и цепной код Фридмана. Данные алгоритмы программно-реализованы на языке C#, с использованием разработанной программы ScS проведена оценка временной динамики объема контузионного очага. В программе также реализован алгоритм с «ручным» выделением RoI, и сравнение результатов, полученных в ходе выполнения алгоритмов — «ручного» и реализованного в ScS, свидетельствует о равной точности расчета и сопоставимости полученных результатов при условии тщательного выделения границ зоны повреждения. Тем не менее,

зона перифокального отека отличается размытыми контурами, изменяющимися с высокой скоростью, и зависимостью от множества факторов, в то время как зона гематомиилии достаточно четко очерчена. Кроме того, в случае оценки структуры и объема зоны повреждения спинного мозга у человека мануальное определение границ зоны перифокального отека представляет особенную сложность в силу неомогенности данных участков и наличия множества пограничных по интенсивности сигнала зон, которые в ручном режиме очень сложно дифференцировать.

В целом реализованный в программе ScS алгоритм функционирует значительно быстрее, чем мануальный расчет, и выгоден для работы с большим количеством визуализаций. Кроме того, применение программы ScS позволяет снизить требования к квалификации специалиста, так как отпадает необходимость «ручного» выделения RoI.

Ограничения предложенного алгоритма. В результате формирования контузионного очага возможно образование множества кист, заполненных жидкостью и окруженных соединительнотканым рубцом. На стандартных T2-ВИ данная структура определяется как гиперинтенсивная. Алгоритм цепного кода Фридмана плохо справляется с множественными образованиями и дает завышенные значения площадей образований ввиду избыточности построения контуров. В данном исследовании у 2 животных к 5-й неделе после TCM наблюдалось формирование множественных кист. Такая ситуация ограничивает применение в работе разработанного алгоритма и требует контролируемого выделения RoI.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанный и программно-реализованный алгоритм расчета объема контузионного очага спинного мозга позволяет автоматизировать процесс получения объективных данных о размере посттравматического очага в спинном мозге на основе данных МРТ-диагностики.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Chen Y., Tang Y., Vogel L.C., Devivo M.J. Causes of spinal cord injury. *Top Spinal Cord Inj Rehabil* 2013;19(1):1–8. DOI: 10.1310/sci1901-1.
- Silva N.A., Sousa N., Reis R.L., Salgado A.J. From basics to clinical: a comprehensive review on spinal cord injury. *Prog Neurobiol* 2014;114:25–57. DOI: 10.1016/j.pneurobio.2013.11.002.
- Ryabov S.I., Zvyagintseva M.A., Pavlovich E.R. et al. Efficiency of transplantation of human placental/umbilical blood cells to rats with severe spinal cord injury. *Bull Exp Biol Med* 2014;157(1):85–8. DOI: 10.1007/s10517-014-2498-9.
- Ditor D.S., John S., Cakiroglu J. et al. Magnetic resonance imaging *versus* histological assessment for estimation of lesion volume after experimental spinal cord injury. *Laboratory investigation. J Neurosurg Spine* 2008;9(3):301–6. DOI: 10.3171/SPI/2008/9/9/301.
- Bozzo A., Marcoux J., Radhakrishna M. et al. The role of magnetic resonance imaging in the management of acute spinal cord injury. *J Neurotrauma* 2011;28(8):1401–11. DOI: 10.1089/neu.2009.1236.
- Byrnes K.R., Fricke S.T., Faden A.I. Neuropathological differences between rats and mice after spinal cord injury. *J Magn Reson Imaging* 2010;32(4):836–46. DOI: 10.1002/jmri.22323.
- Song W., Song G., Zhao C. et al. Testing pathological variation of white matter tract in adult rats after severe spinal cord injury with MRI. *BioMed Biomed Res Int* 2018;2018:4068156. DOI: 10.1155/2018/4068156.
- Basso D.M., Beattie M.S., Bresnahan J.C. A sensitive and reliable locomotor rating scale for open field testing in rats. *J Neurotrauma* 1995;12(1):1–21. DOI: 10.1089/neu.1995.12.1.
- Vaddi R.S., Boggavarapu L.N.P., Vankayalapati H.D., Anne K.R. Contour detection using Freeman chain code and approximation methods for the real time object detection. *AJCSCT* 2011;1(1):15–7.
- Vála H.J., Baxi A. A review on Otsu image segmentation algorithm. *IJARCET* 2013;2(2):387–9.

Вклад авторов

М.Я. Ядгаров: разработка концепции и дизайна исследования, научное редактирование текста статьи;
 В.А. Смирнов: сбор и обработка материала, написание текста статьи;
 С.А. Базанович: сбор и обработка материала, статистическая обработка данных, написание текста статьи;
 С.И. Рябов: сбор и обработка материала;
 Е.В. Григорьева: сбор и обработка материала;
 В.П. Чехонин: сбор и обработка материала;
 А.А. Гринь: сбор и обработка материала.

Authors' contributions

M.Ya. Yadgarov: research idea and design, scientific editing of the article;
 V.A. Smirnov: obtaining data for analysis, article writing;
 S.A. Bazanovich: obtaining data for analysis, statistical analysis, article writing;
 S.I. Ryabov: obtaining data for analysis;
 E.V. Grigorieva: obtaining data for analysis;
 V.P. Chekhonin: obtaining data for analysis;
 A.A. Grin: obtaining data for analysis.

ORCID авторов / ORCID of authors

М.Я. Ядгаров / M.Ya. Yadgarov: <https://orcid.org/0000-0003-3792-1682>
 В.А. Смирнов / V.A. Smirnov: <https://orcid.org/0000-0003-4096-1087>
 С.А. Базанович / S.A. Bazanovich: <https://orcid.org/0000-0001-5504-8122>
 С.И. Рябов / S.I. Ryabov: <https://orcid.org/0000-0001-8674-8551>
 Е.В. Григорьева / E.V. Grigorieva: <https://orcid.org/0000-0001-8207-7180>
 В.П. Чехонин / V.P. Chekhonin: <https://orcid.org/0000-0003-4386-7897>
 А.А. Гринь / A.A. Grin: <https://orcid.org/0000-0003-3515-8329>

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Financing. The study was performed without external funding.

Соблюдение прав пациентов и правил биоэтики

Протокол исследования одобрен комитетом по биомедицинской этике ФГБУ «НМИЦ кардиологии» Минздрава России. Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании.

Compliance with patient rights and principles of bioethics

The study protocol was approved by the biomedical ethics committee of National Medical Research Center of Cardiology, Ministry of Health of Russia. All patients gave written informed consent to participate in the study.

Статья поступила: 06.08.2020. **Принята к публикации:** 26.10.2021.

Article submitted: 06.08.2020. **Accepted for publication:** 26.10.2021.

ОПЫТ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ПОСТРАДАВШИХ С ТЯЖЕЛОЙ ЧЕРЕПНО-МОЗГОВОЙ ТРАВМОЙ

Н. Ш. Месхия

АО «Ингурский медкомплекс», Грузия, Зугдиди

Контакты: Наполеон Шалвович Месхия napoleonmeskhia@gmail.com

На основе многолетнего опыта проведен анализ значительного клинического материала – более 4 тыс. случаев, из них 3 тыс. 500 оперативных вмешательств по поводу различных клиничко-анатомических форм тяжелой черепно-мозговой травмы. Показаны эволюция взглядов на нейротравму и преимущество дифференцированного подхода к выбору вмешательства с учетом биомеханизма и нейропатоморфологических особенностей различных клиничко-анатомических форм черепно-мозговой травмы. Отмечена определяющая зависимость клинических достижений от уровня технической оснащенности медицинской службы. Продемонстрировано, как менялись с внедрением высокой медицинской техники взгляды и подходы к диагностическому и лечебному процессам – к различным видам вмешательств с учетом и в зависимости от биомеханизма и патоморфологических основ различных клиничко-анатомических форм тяжелой черепно-мозговой травмы.

С внедрением компьютерной диагностики пересмотрены возможности различных вмешательств. Ранее предпочтение отдавалось костно-пластической трепанации, которая, при отеке и пролабировании мозга, при грубых нарушениях краниocereбральных объемно-емкостных соотношений завершалась декомпрессивной краниотомией с подкожным сохранением костного лоскута: в 1 тыс. 59 наблюдениях из общего числа 1 тыс. 990 оперативных вмешательств компьютерного периода, в 894 наблюдениях оперативное вмешательство завершено костно-пластическим методом, из них в 217 случаях трепанация проведена в усовершенствованном виде: широкий костный лоскут, при умеренном отеке мозга, не удалялся. Лоскут поверх пластически наращенной твердой оболочки наводился на место выпиливания в виде паруса, затем фиксировался, но не плотно, узловыми швами. При спаде отека костный лоскут самостоятельно ложился на место, а при надобности легко корригировался лигатурами, проведенными через микроотверстия вдоль края краниотомии и выпиленного костного лоскута и выведенными наружу.

При инерционных травмах с разнополушарно-многофокальными повреждениями мозга и объемным геморрагическим компонентом в 902 случаях проведена односторонняя широкая декомпрессивная краниотомия, а в 157 наблюдениях – двухсторонняя. В 49 наблюдениях данная операция оказалась относительно успешной.

В случаях рецидивных и хронических форм гидром применялась костно-пластическая трепанация с созданием обширного подпапневротического «резервного» пространства для оттока ликвора. С целью создания условий для расправления коллабированного мозга под нейролептанальгетическим прикрытием (сухим методом) вводили 25–35 мл воздуха или 20–25 мл дистиллята, что привело к прикрытию расправленным мозгом места надрыва арахноидальной оболочки и к излечению более чем в 70 случаях.

Таким образом, с учетом биомеханизма и патоморфологических основ черепно-мозговой травмы, дифференцированным бионейропатогенетическим подходом к выбору вмешательства постепенно удалось снизить послеоперационную смертность при различных клиничко-анатомических формах тяжелой черепно-мозговой травмы с 36–38 % в докомпьютерном периоде до 29–30 %, по данным различных нейрохирургических клиник, в компьютерную эпоху.

Ключевые слова: тяжелая черепно-мозговая травма, обзор, компьютерная диагностика, дифференцированный подход, выбор вмешательства, летальность

Для цитирования: Месхия Н. Ш. Опыт хирургического лечения пострадавших с тяжелой черепно-мозговой травмой. Нейрохирургия 2022;24(1):45–54. DOI: 10.17650/1683-3295-2022-24-1-45-54.

Experience of surgical treatment of patients with severe traumatic brain injury

N.Sh. Meskhiya

JSC Ingur Medical Complex; Zugdidi Georgian

Contacts: Napoleon Shalvovich Meskhiya napoleonmeskhia@gmail.com

The research has been based on surgical experience of multiple decades and on retrospect study of more than 4000 clinical cases, among them 3500 surgical invasion due to different types of traumas. Since it relies on the latter, it shows the evolution of our approaches towards severe cerebral cranial trauma includes different matters regarding diagnostics and surgical treatment with neuropathogenetic approach. We have shown the advantages of certain surgical procedures in cases of cerebral cranial trauma and also the way approaches were changing after introduction of high medical technology and taking into consideration bio mechanisms and pathological data.

Computer diagnostics changed several surgical procedures and opportunities. In cases of traumas impacted in immobilized condition method of choice used to be plastic craniotomy, when in cases of cerebral congestion would cause decompression, placing bone fragment under the skin. 902 surgeries were performed among 1990. In 894 cases surgeries were performed using plastic trepanation, 217 among them was performed with improved modified method. In cases of negligible brain congestion, bone fragment were left in its place without suture fixation and after the congestion resolution fragment would return to its anatomical location. In several times it would be ligated in two – three points. This method was the most efficient in bifrontal low craniotomy. The need of removing bone fragment was observed in zero cases.

In cases of acceleration traumas, which is characterized by diffuse damage, multifocal hemorrhages and bruises, in 157 cases double decompression method was used, in some case with falcotomy, effective in 49 cases. Trifination and resection trepanation were removed from practice.

Trifination method was sometimes use in cases of chronic hematomas and acute hydromas. In Recurrent and chronic hydromas method was less effective, in such conditions plastic trepanation method was used in order to create extra space for fluid. In singular cases of collapsed brain and for resolving tunica arachnoidea broken surface, we used to infuse 25–35 ml oxygen or 20–25 ml distillate in spinal chord. This method was proved effective in 70 cases.

Therefore, taking into consideration patho-mechanisms and pathology data, using differential pathogenetic methods of surgical invasion and computer monitoring of post-operative period we managed to decrease mortality in severe cerebro-cranial traumas to 29–30 % comparing to pre computer periods 36–38 %.

Key words: severe traumatic brain injury, review, computer diagnostics, tailored approach, choice of intervention, mortality

For citation: Meskhiya N.Sh. Experience of surgical treatment of patients with severe traumatic brain injury. *Neyrokhirurgiya = Russian Journal of Neurosurgery* 2022;24(1):45–54. (In Russ.). DOI: 10.17650/1683-3295-2022-24-1-45-54.

ВВЕДЕНИЕ

При плановых вмешательствах на содержимом полости черепа по мере технического прогресса и появления средств нейровизуализации (КТ, МРТ), микрохирургии и нейроэндоскопических вмешательств стали реализовываться идеи минимизации оперативных доступов к труднообозримым ранее отделам мозга с минимальными негативными клинико-неврологическими последствиями [1–6].

Однако при вмешательствах по поводу различных клинико-анатомических форм тяжелой черепно-мозговой травмы (ЧМТ), в отличие от плановых вмешательств, обозначилась обратная тенденция – отход от ограниченных оперативных доступов к оптимально-расширенной краниотомии [7–19]. При этом чаще других стал применяться (особенно в неспециализированных стационарах) метод резекционно-декомпрессивной краниотомии, при котором, к сожалению, не всегда учитывают патогенетические и клинико-анатомические особенности и различия биогенеза инерционных и импрессионных травм. Поэтому проблема

дифференцированного подхода к выбору вмешательства в хирургии различных клинико-анатомических форм тяжелой ЧМТ остается актуальной.

Цели работы: на основе многолетнего личного опыта и анализа клинического материала доказательно представить высокую эффективность дифференцированного, бионейропатогенетического подхода к выбору вмешательства при различных клинико-анатомических формах тяжелой черепно-мозговой травмы; показать влияние высокотехнологичных средств диагностики (КТ, МРТ) на снижение послеоперационной смертности и устойчивые клинические успехи в хирургическом лечении в компьютерный период.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Работа основана на многолетнем опыте и анализе значительного клинического материала: более 3 тыс. 500 оперативных вмешательств среди более чем 4 тыс. пострадавших с различными клинико-анатомическими формами ЧМТ. Сочетанная травма в докомпьютерный

Оригинальная работа

и компьютерный периоды наблюдалась у 312 (7,7 %) пострадавших (табл. 1). Оперативные вмешательства выполнялись на базе Нейрохирургического центра Западной Грузии (г. Сухуми) с начала 80-х годов XX в., а после грузино-абхазских событий – в Ингурском медкомплексе (г. Зугдиди, Грузия).

В докомпьютерном периоде выполнено 1 тыс. 515 хирургических вмешательств среди 1714 пострадавших. Клинический материал докомпьютерного и компьютерного периодов представлен отдельно. В компьютерном периоде проведено 1 тыс. 990 операций у 2 тыс. 347 больных (см. табл. 1).

В докомпьютерном периоде основными методами диагностики клиничко-анатомических форм ЧМТ считались: клиничко-неврологический, эхолокционный, рентгенологический методы и метод поисковых фрезевых отверстий, ограниченные возможности которых часто приводили к диагностическим ошибкам (табл. 2). Несвоевременная диагностика отмечена у 15,8 % пострадавших. У 20 % пациентов зафиксировано расхождение клиничко-анатомических диагнозов. В связи с этим выбор вмешательства в докомпьютерном периоде не всегда можно считать оптимальным.

С появлением инновационных средств диагностики и нейровизуализации (КТ, МРТ) появилась возможность более точной идентификации характера и степени повреждения мозга. Современные технологии позволили дифференцированно подходить к выбору вмешательства с учетом биопатогенетических особенностей и патоморфологических различий клиничко-анатомических форм тяжелой ЧМТ, краниоцеребральных объемно-емкостных (КЦОЕ) соотношений, степени их дисбаланса, а также с учетом таких клиничко-неврологических признаков, как уровень сознания и функциональное состояние оральных стволовых структур и т. д. (табл. 3).

В докомпьютерный период предпочтение отдавалось традиционной или модифицированной костнопластической краниотомии в следующих случаях: при ограниченных импрессионных (травмах покоя) повреждениях и отсутствии нарушений сознания или его угнетения до умеренного либо глубокого оглушения и сопора (по шкале комы Глазго (ШКГ) до 13–14, 11–12 и 9–10 баллов соответственно) и негрубых стволовых функциональных нарушениях. Широкоую декомпрессионную трепанацию проводили при диффузных, чаще иннерционных (травмах ускорения) повреждениях,

Таблица 1. Виды клиничко-анатомических форм тяжелой черепно-мозговой травмы (ЧМТ) (докомпьютерный и компьютерный периоды)

Table 1. Clinical and anatomical types of severe traumatic brain injury (TBI) (precomputer and computer periods)

Период Period	Общее число всех видов травм Total number of all injuries	Механизм травмы Mechanism of injury			Клиничко-анатомическая форма ЧМТ Clinical and anatomical type of TBI												Сочетанная ЧМТ с травматическим шоком TBI with traumatic shock		
		Импрессионная травма Impression injury	Инерционная травма Inertial injury	Огнестрельные повреждения Gunshot wounds	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	С переломом ребер, гемопневмотораксом With fractured ribs, hemothorax/pneumothorax	С повреждениями органов брюшной полости With abdominal injuries	С переломом костей With bone fractures
Докомпьютерный Precomputer	1714	517	1193	4	364	128	298	208	98	101	88	79	–	–	175	171	53	39	46
Компьютерный Computer	2347	748	1517	82	289	199	367	226	168	126	93	105	209	128	220	217	74	43	57

Примечание. I – вдавленные, колото-рубленые и оскольчатые переломы черепа, ушиб мозга; II – эпидуральные гематомы; III – субдуральные гематомы; IV – эписубдуральные гематомы; V – внутримозговые гематомы; VI – внутримозговые и оболочечные гематомы; VII – субдуральные гидромы; VIII – разможжения и геморрагические ушибы; IX – многофокально-диффузные ушибы с масс-эффектом; X – разнополушарные и разнополюсные ушибы; XI – лобно-полюсные ушибы с объемной геморрагией; XII – контузионно-геморрагические поражения, сочетанные с переломом костей свода и основания черепа.

Note. I – depressed, stab/chop and comminuted skull fracture, brain injury; II – epidural hematomas; III – subdural hematomas; IV – epidural hematomas; V – intracerebral and intralaminar dural hematomas; VI – intracerebral and intralaminar dural hematomas; VII – subdural hygromas; VIII – crush injuries and hemorrhagic contusions; IX – multifocal diffuse bruises with mass effect; X – contusions in different hemispheres and polar contusions; XI – frontal polar contusions with massive hemorrhage; XII – contusion-hemorrhagic lesions with fractured cranial vault and skull base.

Таблица 2. Методы диагностики клинично-анатомических форм черепно-мозговой травмы (ЧМТ) и диагностические ошибки (докомпьютерный и компьютерный периоды)**Table 2.** Diagnostic methods for different clinical and anatomical forms of traumatic brain injury (TBI) and diagnostic errors (precomputer and computer periods)

Периоды Period	Число больных Number of patients	Методы диагностики ЧМТ Methods of TBI diagnostics					Ошибки диагностики, число случаев (%) Diagnostic errors, number of cases (%)	
		Эхола- кация Ultrasound	Ангиография (ручная) Angiography (manual)	Поисковые фрезевые отверстия Diagnostic milling holes	Ангиография (сериограф) Angiography (seriograph)	КТ, МРТ CT, MRI	Несвоевремен- ная, неадекват- ная Untimely, inadequate	Расхожде- ние клинично- анатомических диагнозов Discrepant clinical and anatomical diagnoses
Докомпьютер- ный Precomputer	1714	1613	548	614	—	—	272 (15,9 %)	341 (19,9 %)
Компьютер- ный Computer	2347	—	—	—	318	2029	115 (4,9 %)	—

Таблица 3. Уровень сознания пациента при хирургическом вмешательстве (компьютерный период)**Table 3.** Patient's level of consciousness during surgery (computer period)

Вмешательство Intervention	Число на- блюдений Number of cases	Ясное сознание (15 баллов) Clear consciousness (score 15)	Умеренное оглушение (13–14 баллов) Moderate confusion (score 13–14)	Глубокое оглушение (11–12 баллов) Deep confusion (score 11–12)	Сопор (9–10 бал- лов) Sopor (score 9–10)	Умеренная кома (6–8 баллов) Moderate coma (score 6–8)	Глубокая кома (4– 5 баллов) Deep coma (score 4–5)
Трефинация Trefination	37	3	5	17	12	—	—
Костно-пластическая трепанация Osteoplastic trepanation	593	13	167	273	140	—	—
Бифронтальная краниотомия с фальк- сотомией Bifrontal craniotomy with falxotomy	84	—	—	5	19	28	32
Модифицированная костно-пластическая трепанация Modified osteoplastic trepanation	217	—	13	115	82	7	—
Декомпрессивная краниотомия Decompressive craniectomy	902	—	—	—	119	394	389
Двухсторонняя декомпрессивная краниотомия Bilateral decompressive craniectomy	157	—	—	—	—	19	138
<i>Всего</i> <i>Total</i>	<i>1990</i>	<i>16</i>	<i>185</i>	<i>410</i>	<i>372</i>	<i>448</i>	<i>559</i>

и угнетении сознания до степени умеренной и глубокой комы (по ШКГ до 6–8 и 4–5 баллов соответственно), а также при дислокации срединных структур на 5 и более мм. Обширную декомпрессивную двухсторон-

нюю трепанацию с пластическим наращиванием твердой мозговой оболочки проводили при множественных гематомах и очагах ушиба мозга, в том числе в разных полушариях (табл. 4). Бифронтальная краниотомия

с фальксотомией применялась при повреждении лобных долей, сопровождающемся аксиальным смещением.

В компьютерном периоде во всех случаях окончательное решение (выбор характера и объема вмешательства) принимают с учетом данных КТ или МРТ, показывающих степень смещения мозга, состояние базальных (охватывающая и межжозговая) цистерн. При этом вмешательство, как правило, начинают как расширенную костно-пластическую трепанацию, но завершают в зависимости от интраоперационных хирургических находок: выраженности отека мозга и степени его пролабирования в трепанационный дефект. В каждом конкретном случае выбор между костно-пластической (в том числе модифицированной) краниотомией и расширенной декомпрессионной (с выпиливанием и подкожным сохранением цельного костного лоскута) трепанацией зависит от КЦОЕ-соотношений, степени их дисбаланса, уровня сознания (по ШКГ) и функционального состояния оральных стволовых структур.

Пациентов в терминальной (атонической) коме (3–4 балла по ШКГ) с фиксированным мидриазом не оперировали.

ОБСУЖДЕНИЕ

Дифференцированный подход к выбору вмешательства при различных клинко-анатомических формах тяжелой ЧМТ стал возможен лишь с появлением средств адекватной высокотехнологичной диагностики. По мере внедрения в клиническую практику

средств нейровизуализации и дифференцированного подхода к выбору вмешательства обозначилась положительная динамика в хирургии различных клинко-анатомических форм ЧМТ (см. табл. 4).

При анализе материала докомпьютерного периода обращают на себя внимание следующие высокие показатели:

- 272 (15,8 %) нераспознанных и несвоевременно диагностированных случаев;
- еще более высокие цифры – 341 (19,9 %) случаев расхождения клинко-анатомических диагнозов (см. табл. 2). Отсюда и высокие показатели смертности как среди оперированных – 548 (36,3 %), так и среди общего числа пострадавших – 653 (38 %) случая (см. табл. 4).

В компьютерном периоде несвоевременная диагностика связана с поздним поступлением пострадавших и составляет 115 (4,9 %) наблюдений (см. табл. 2).

В докомпьютерный период секционный материал (342 наблюдения) свидетельствовал о грубых морфологических изменениях. При аутопсии обнаруживались множественные ушибы с кровоизлияниями, которые сочетались с обширными контузионными очагами в срединных структурах мозга, часто с прорывом крови в желудочковую систему. Такие морфологические изменения отмечены в 267 наблюдениях, но они не диагностированы при жизни, либо диагностировались лишь наибольшая из гематом, которая вела себя объемно, поэтому и удалялась. Такие морфологические изменения возникали, в основном при инерционных травмах. Среди них часто встречались частично удаленные

Таблица 4. Виды хирургического вмешательства и их исходы (докомпьютерный и компьютерный периоды)

Table 4. Types of surgical interventions and their outcomes (precomputer and computer periods)

Период Period	Всего клинических наблюдений Total number of cases	Метод лечения Treatment		Вмешательство Intervention						Летальность, число случаев (%) Mortality, number of cases (%)	
		Консервативный Conservative	Хирургический Surgery	Трефигация черепа Craniotomy	Субвисочная резекционная трепанация Subtemporal resectional trepanation	Костно-пластическая краниотомия Osteoplastic craniectomy	Модифицированная костно-пластическая трепанация Modified osteoplastic trepanation	Односторонняя декомпрессионная трепанация Unilateral decompressive trepanation	Двухсторонняя декомпрессионная краниотомия Bilateral decompressive craniotomy	Послеоперационная Postoperative	Общая Overall
Докомпьютерный Precomputer	1714	199	1515	152	467	438	–	458	–	548 (36,3 %)	653 (38 %)
Компьютерный Computer	2347	357	1990	37	–	677 (84 + 593)	217	902	157	604 (30,3 %)	823 (35,3 %)

гематомы. При операции полностью или частично удаляли только оболочечные гематомы — из-за ограниченности диагностических возможностей, а также из-за несовершенства вмешательства — недостаточности хирургического обзора при ограниченной, преимущественно подвисочной краниотомии в докомпьютерном периоде.

При субвисочной резекционной краниотомии, в связи с отсутствием достаточного обзора и возможности радикального удаления сгустков крови полюсной и межполушарной локализации, гематомы часто оказывались удаленными лишь частично. При различных клиничко-анатомических формах тяжелой ЧМТ субвисочная краниотомия в силу своей ограниченности устраняет лишь фактор компрессии, и то часто лишь частично, и не предусматривает смягчение ущемления мозга, вызванного дислокацией. Субвисочная краниотомия в связи с ограниченностью и несовершенством метода трепанации не в состоянии создавать условия для «отхода» отека мозга и снижения интенсивности его ущемления как при боковом ункотенториальном вклинении в щель Биша, так и при аксиальной дислокации и ущемлении оральных отделов ствола в области тенториальной вырезки. А ведь цель любого вмешательства должна состоять именно в этом — в смягчении интенсивности ущемления и создании условий для функциональной реабилитации срединно-стволовых структур, что вряд ли возможно достичь с применением таких методов вмешательства, как трепанация и резекционная субвисочная декомпрессия. Поэтому в случае диффузного поражения мозга и наличия двухсторонних и множественных гематом, при противоударных очагах ушиба и разможжения с дислокационным синдромом субвисочная резекционная краниотомия, как и трепанация черепа, оказывалась малоэффективной. В связи с этим к данным видам вмешательства стали прибегать все реже, а с внедрением высокотехнологичных средств диагностики (КТ и МРТ) стали придерживаться принципа широкого доступа к объемным очагам и к источнику геморрагии. В компьютерный период предпочтение отдается расширенной краниотомии, которая делает возможным идентификацию источника кровотечения и обозрение очагов ушиба и разможжения в участках, отдаленных от гематом, что исключено при подвисочной резекционной трепанации и трепанации черепа. Трепанация применялась в отдельных случаях при острых субдуральных гидромах, но при рецидивных ее формах оказывалась часто малоэффективной. Поэтому при персистирующих и рецидивных субдуральных гидромах предпочтение отдавалось костно-пластической трепанации с созданием подапневротических «резервных» пространств для «отхода» гидромы. Наряду с этим, в отдельных случаях применяли (под нейролептанальгетическим прикрытием) эндолумбальное введение (сухим способом) до 25–35 мл

воздуха или 20–25 мл дистиллированного раствора, что создавало условие для расправления коллабированного мозга [21, 22] и прикрытия им места надрыва арахноидальной оболочки. В более чем 70 случаях травматических гидром, в том числе и при рецидивных их формах, данный метод оказался успешным.

В связи с вышеперечисленным резекционная (с раскусыванием костной ткани) краниотомия (помимо случаев оскольчато-вдавленных переломов) изъята из практики. Тем самым изначально исключались возможность развития грубых послеоперационных сращений в области трепанационного дефекта и необходимость производства отсроченных гомо- или алло-краниопластики со свойственными им нередкими гнойными осложнениями.

При возможности предпочтение отдавалось широкой неплотно фиксированной костно-пластической краниотомии, которую выполняли из 5–6 фрезевых отверстий с формированием костного лоскута (диаметр не менее 15–16 см). При отеке мозга и пролабировании в рану (при обширных оболочечных, особенно эпидуральной и внутримозговых гематомах с разможжением, при снижении уровня бодрствования до 6–8 баллов по ШКГ и смещении срединных структур более 5 мм) проводили широкую костно-пластическую трепанацию, которая завершалась декомпрессией мозга с подкожным сохранением костного фрагмента.

При угнетении сознания не ниже сопора (9–10 баллов по ШКГ), смещении срединных структур до 4 мм, пульсации мозга, функциональной сохранности оральных стволых структур и при умеренном КЦОЕ-дисбалансе иногда проводили модифицированную костно-пластическую трепанацию. Чаще она становилась возможной в части случаев при импрессионных травмах или инерционных повреждениях — негрубых дислокационных явлениях и функциональной сохранности оральных стволых структур. При отсутствии заметного отека и пролабирования мозга расширенная костно-пластическая трепанация проводилась в несколько видоизмененном, усовершенствованном виде: в конце операции через 3–4 микроотверстия, наложенных вдоль края краниотомии и в симметричных местах в выпиленном костном фрагменте, продевалась (в фрагменте дважды) лигатура, концы которой выводились наружу, и после пластического наращивания твердой мозговой оболочки костно-надкостничный фрагмент наводился в виде «фартука» на место выпиливания. При разрешении отека костный фрагмент ложился на место, а при необходимости легко корригировался провизорными выведенными в рану лигатурами, которые завязывались не в глубине раны, а проведением сквозь кожу и натягиванием над валиками, уложенными вдоль края краниотомии, вследствие чего костный лоскут оказывался в «подвешенном» состоянии. Данная позиция исключает компримирующий

контакт костного фрагмента с корой мозга, а разгрузочные люмбальные пункции, проводимые с лечебной целью в первые дни после вмешательства, полностью исключают возможность такого контакта, что подтверждается на КТ- или МРТ-изображениях. Данный метод оказался успешным в 84 случаях низкой бифронтальной краниотомии. Таким способом проводилось оперативное вмешательство (помимо 84 случаев бифронтальной остеопластической краниотомии с фальксотомией) в 217 наблюдениях при боковых смещениях, среди общего числа 894 случаев костно-пластической краниотомии, проведенных в компьютерном периоде (см. табл. 4). Данный метод выгодно отличается от известных способов декомпрессивной краниотомии, в том числе и от костно-пластической трепанации, завершаемой удалением костного фрагмента с его подкожным сохранением, поскольку в этом случае отсутствует необходимость проводить повторное вмешательство с целью разъединения кожно-оболочечно-мозговых сращений и реимплантации костного фрагмента в раннем послеоперационном периоде.

Усовершенствованный, модифицированный метод костно-пластической краниотомии* применялся, как отмечалось, при умеренных явлениях отека и пролабирования мозга, при наличии его пульсации и функциональной сохранности оральных стволовых структур — зрачковых реакций на свет, корнеальных рефлексов и т. д., а также при наличии спонтанных целенаправленных движений в конечностях и сохранности координированных защитных реакций на боль у пациентов, находившихся до операции в состоянии оглушения и в сопорозном состоянии. Эти тесты играли в ряде случаев важную роль при выборе вмешательства. Такой подход к выбору краниотомии эффективен в ряде случаев и при ушибах и размозжениях с масс-эффектом. Как показывал опыт, срединно-стволовая компрессия определялась не только объемным кровоизлиянием, но и отеком в контузионном и размозженном участках мозга. Поэтому очагам ушиба и размозжения с масс-эффектом уделялось повышенное хирургическое внимание, поскольку, по данным КТ и МРТ, при них также изменялись анатомические КЦОЕ-соотношения. В условиях развившейся КЦОЕ-диспропорции, при их дисбалансе падает, как известно, уровень перфузионного давления — нарушается объемный мозговой кровоток и перфузия мозга, что ведет к гипоксемии и вторичной травме мозга. Такие явления чаще наступают при тяжелых формах ЧМТ — инерционных поражениях, комбинированных с внечерепными повреждениями, поскольку чаще сопровождаются тяжелым травматическим шоком

с внутренней и (или) внешней геморрагией, при которых развивается, как правило, универсальная сосудистая реакция с падением артериального давления. Такие последствия не могут не влиять на механизм авторегуляции мозгового кровообращения, поэтому к противошоковым мероприятиям при комбинированной ЧМТ, сопровождавшейся тяжелыми внечерепными повреждениями, уделялось повышенное внимание.

Ранее реанимационная бригада, забиравшая пострадавших непосредственно с мест происшествий, проводила интенсивную противошоковую терапию с введением повышенных доз наркотических средств прямо на местах и (или) в пути следования. Противошоковая терапия продолжалась в стационаре в течение первых нескольких суток. Больные с диффузным поражением мозга, комбинированным с тяжелым внечерепным повреждением, погибали на догоспитальном этапе или вскоре после госпитализации.

В компьютерном периоде при дифференцированном подходе к выбору вмешательства в части случаев такие больные выживали — в 49 случаях из 157 вмешательств. У этих пациентов двухсторонняя широкая декомпрессивная краниотомия оказалась более или менее успешной. Однако такие наблюдения единичны, и в большинстве случаев они завершались летальным исходом. У 49 выживших при выписке отмечены психоорганические нарушения различной степени выраженности, в том числе апаллический синдром (3) и вегетативное состояние (7 пациентов). Это были пострадавшие с диффузным, аксональным поражением мозга и тяжелыми внечерепными повреждениями с дооперационным коматозным состоянием (по ШКГ 6–8 и 4–5 баллов соответственно), среди которых и отмечена высокая летальность. Высокая смертность наблюдалась в основном среди пострадавших от инерционных травм.

Среди 1 тыс. 990 оперативных вмешательств, выполненных в компьютерном периоде, в 902 случаях проводилась односторонняя декомпрессивная трепанация, в 157 — двусторонняя. Умерли 454 из 1 тыс. 59 (42,8 %) пострадавших, которым выполнена декомпрессивная трепанация. В остальных 894 случаях сделана широкая костно-пластическая трепанация с неплотной фиксацией костного лоскута: в 84 случаях — бифронтальная краниотомия с фальксотомией, в 593 — традиционная костно-пластическая трепанация, в 217 — модифицированная костно-пластическая краниотомия (см. табл. 4). Летальный исход зафиксирован в 27 (32,1 %), 110 (18,5 %) и 11 (5,1 %) случаях соответственно. Сознание пострадавших с костно-пластической трепанацией было угнетено до степени оглушения

*Метод защищен авторским свидетельством № 8443, выданным Национальным центром интеллектуальной собственности при Правительстве Грузии от 09.12.2021.

и сопора. Летальность в данной группе составила 16,6 % (табл. 5).

Послеоперационная летальность среди 1 тыс. 990 вмешательств с различными клиничко-анатомическими формами тяжелой ЧМТ в компьютерном периоде составила 30,3 % (см. табл. 5).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С появлением адекватных высокотехнологичных средств диагностики и нейровизуализации (КТ, МРТ) при выборе оперативного вмешательства стали учитывать бионейропатогенетические особенности и различия клиничко-анатомических форм тяжелой черепно-мозговой травмы – глубину и степень повреждения, выраженность отека и дислокационных явлений, степень краниоцеребральной объемно-емкостной диспропорции, уровень сознания, функциональное состояние оральных стволовых структур и т. д. При импрессионных поражениях, когда реакция мозга на травмирующий фактор носила не столь диффузный, универсальный характер, как при инерционных травмах, и была более ограниченной с преимущественно локальным повреждением мозга в области приложения силы удара, чаще применяли традиционный либо модифицированный костно-пластический метод краниотомии – в зависимости от объемных характеристик травмы, при негрубой объемно-емкостной краниоцеребральной диспропорции и снижении уровня сознания лишь до степени оглушения и сопора (по шкале комы Глазго 11–12 и 9–10 баллов соответственно).

При инерционных травмах, с многофокальным поражением мозга, наличием ударных и противоударных очагов повреждений, часто с разнополушарными геморрагическими очагами ушиба, применялся метод расширенной односторонней и одномоментной двухсторонней декомпрессивной гемикранэктомии.

При небольших внутримозговых гематомах, протекавших «доброкачественно», проводили КТ-мониторинг за динамикой процесса и при нарастании геморрагии и объемном ее «пробуждении» предпочтение отдавали неотложному вмешательству, как при любых других угрожающих ситуациях компрессии и дислокации мозга.

Таким образом, результаты бионейропатогенетического подхода к выбору вмешательства при различных клиничко-анатомических формах тяжелой черепно-мозговой травмы оказались вполне успешными: благодаря дифференцированному подходу к выбору вмешательства с учетом биомеханизма и патоморфологических особенностей травмы, вместе с нейрореанимационными (в том числе противошоковыми) мероприятиями и постоянным компьютерно-нейрохирургическим мониторингом за динамикой процесса в послеоперационном периоде, удалось снизить послеоперационную смертность при различных тяжелых клиничко-анатомических формах черепно-мозговой травмы до 29–30 %. Данные докомпьютерного периода: 36–38 % и 35–45 % летальности по обобщенным данным периферийных медицинских учреждений. Анализ статистики за многие годы докомпьютерного и компьютерного периодов в медицине позволяет сделать следующие выводы.

Таблица 5. Летальность среди вмешательств в посткомпьютерном периоде

Table 5. Mortality among patients who had interventions in the postcomputer period

Вмешательство Intervention	Трефания Trefination	Декомпрессивный метод Decompression technique			Костно-пластический метод Osteoplastic technique				Всего Total
		Всего Total	Декомпрессивная краниотомия Decompressive craniectomy		Всего Total	Традиционная костно-пластическая трепанация Conventional osteoplastic trepanation	Бифронтальная краниотомия с фальксотомией Bifrontal craniotomy with falxotomy	Модифицированная костно-пластическая краниотомия Modified osteoplastic craniectomy	
			односторонняя unilateral	двусторонняя bilateral					
Число наблюдений Number of cases	37	1059	902	157	894	593	84	217	1990
Число летальных исходов Number of deaths	2	454	346	108	148	110	27	11	2 + 454 + 148 = 604
Летальность, % Mortality, %	5,4	42,8	38,4	68,8	16,6	18,5	32,1	5,1	30,3

1. В условиях адекватных высокотехнологичных средств диагностики и нейровизуализации (КТ, МРТ) подход к выбору вмешательства при различных клиничко-анатомических формах тяжелой черепно-мозговой травмы должен быть дифференцированным, бионейропатогенетическим. При выборе вмешательства следует учитывать биопатогенетические различия между инерционными и импрессионными травмами, патоморфологические их особенности и состояние краниocereбральных объемно-емкостных соотношений, уровень сознания и функциональное состояние оральных стволовых структур, а также наличие спонтанных целенаправленных движений и координированных защитных реакций на боль.
2. При умеренном краниocereбральном объемно-емкостном дисбалансе, угнетении сознания лишь до степени оглушения и сопора, а также функциональной сохранности орально-стволовых структур и прочего, предпочтение может быть отдано расширенной (5–6 фрезевых отверстий и неплотно фиксированный костный лоскут) традиционной или модифицированной костнопластической краниотомии.
3. В случае диффузного поражения мозга, особенно при инерционном биомеханизме травмы с первичным поражением срединно-стволовых структур и грубой объемно-емкостной краниocereбральной диспропорцией, методом выбора должна оставаться широкая нерезекционная декомпрессивная гемикранэктомия с возможно максимальным захватом парабазальных отделов передних черепных ямок (передней и средней) с подкожным сохранением костного лоскута для реимплантации в раннем послеоперационном периоде. При кавитационно-диффузных и разнополушарных многоочаговых поражениях мозга более широко должен ставиться вопрос применения двухсторонней гемикранэктомии с одномоментным вскрытием (с целью превенции обратного дислокационного эффекта) твердой мозговой оболочки на сторонах.
4. Устойчивые клинические успехи в хирургическом лечении различных клиничко-анатомических форм тяжелой черепно-мозговой травмы могут быть достигнуты при дифференцированном, бионейропатогенетическом подходе к выбору вмешательства, что возможно лишь в стационарах, обеспеченных средствами нейровизуализации и непрерывного компьютерно-нейрохирургического мониторинга за состоянием больных в послеоперационном периоде.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Джинджихадзе Р.С., Древал О.Н., Лазарев В.А., Богданович И.О. Эволюция хирургических доступов к передней и средней черепным ямкам: от расширенной краниотомии к супраорбитальному keyhole-доступу. Журнал «Вопросы нейрохирургии имени Н.Н. Бурденко» 2016;80(3):99–105. [Dzhindzhikhadze R.S., Dreval O.N., Lazarev V.A., Bogdanovich I.O. Evolution of surgical approaches to the anterior and middle cranial fossa: from extended craniotomy to the supraorbital keyhole approach. Zhurnal "Voprosy neyrokhirurgii" im. N.N. Burdenko = Burdenko's Journal of Neurosurgery 2016;80(3):99–105. (In Russ.)]. DOI: 10.17116/neiro201680399-105.
2. Коновалов А.Н., Кадыров Ш.У. Хирургический доступ к опухолям таламуса. Журнал «Вопросы нейрохирургии имени Н.Н. Бурденко» 2011;75(1):4–11. [Konovalov A.N., Kadyrov Sh.U. Surgical approaches to thalamic tumors. Zhurnal "Voprosy neyrokhirurgii" im. N.N. Burdenko = Burdenko's Journal of Neurosurgery 2011;75(1):4–11. (In Russ.)].
3. Коновалов А.Н., Калинин П.Л., Кутин М.А. и др. Транссфеноидальная хирургия краниофарингиом: от паллиативных операций к радикальному удалению. Журнал «Вопросы нейрохирургии имени Н.Н. Бурденко» 2013;77(3):3–12. [Konovalov A.N., Kalinin P.L., Kutin M.A. et al. Transsphenoidal surgery of craniopharyngioma: form palliative surgery to radical removal. Zhurnal "Voprosy neyrokhirurgii" im. N.N. Burdenko = Burdenko's Journal of Neurosurgery 2013;77(3):3–12. (In Russ.)].
4. Калинин П.Л., Фомичев Д.В., Кутин М.А. и др. Передний расширенный транссфеноидальный эндоскопический эндоназальный доступ в хирургии краниофарингиом. Журнал «Вопросы нейрохирургии имени Н.Н. Бурденко» 2013;77(3):13–20. [Kalinin P.L., Fomichev D.V., Kutin M.A. et al. Endoscopic endonasal anterior extended transsphenoidal approach in craniopharyngioma surgery. Zhurnal "Voprosy neyrokhirurgii" im. N.N. Burdenko = Burdenko's Journal of Neurosurgery 2013;77(3):13–20. (In Russ.)].
5. Черebilло В.Ю., Гофман В.Р., Полежаев А.В. Транссфеноидальная хирургия больших и гигантских аденом гипофиза с применением интраоперационного эндовидеомониторинга. Журнал «Вопросы нейрохирургии имени Н.Н. Бурденко» 2005;1:12–16. [Cherebillo V. Yu., Gofman V.R., Polezhaev A.V. Transsphenoidal surgery for large and giant pituitary adenomas by intraoperative video endomonitoring. Zhurnal "Voprosy neyrokhirurgii" im. N.N. Burdenko = Burdenko's Journal of Neurosurgery 2005;1:12–16. (In Russ.)].
6. Гвоздев П.Б. Стереотаксический метод в хирургическом лечении образований головного мозга глубокой локализации. Журнал «Вопросы нейрохирургии имени Н.Н. Бурденко» 2005;1:17–19. [Gvozdev P.B. Stereotactic technique in the surgical treatment of deeply located cerebral masses. Zhurnal "Voprosy neyrokhirurgii" im. N.N. Burdenko = Burdenko's Journal of Neurosurgery 2005;1:17–19. (In Russ.)].
7. Ромоданов А.П., Педаченко Е.Г. О множественных травматических гематомах. Журнал «Вопросы нейрохирургии имени Н.Н. Бурденко» 1975;39(4):3–12. [Romodanov A.P., Pedachenko E.G. About multiple traumatic hematomas. Zhurnal "Voprosy neyrokhirurgii" im. N.N. Burdenko = Burdenko's Journal of Neurosurgery 1975;39(4):3–12. (In Russ.)].
8. Лебедев В.В., Быковников Л.Д. Руководство по неотложной нейрохирургии. М.: Медицина, 1987. 348 с. [Lebedev V.V., Bykovnikov L.D. Manual

- of emergency neurosurgery. Moscow: Meditsina, 1987. 348 p. (In Russ.).
9. Исхаков О.С., Потапов А.А., Шипиловский В.М. Взаимосвязь механизма травмы с видами повреждения мозга и исходами у детей с изолированной и сочетанной черепно-мозговой травмой. Журнал «Вопросы нейрохирургии имени Н.Н. Бурденко» 2006;2:26–31. [Iskhakov O.S., Potapov A.A., Shipilevskiy V.M. Relationship of the mechanism of injury to the types of brain damage and outcomes in children with isolated and mixed brain injury. Zhurnal "Voprosy neyrokhirurgii" im. N.N. Burdenko = Burdenko's Journal of Neurosurgery 2006;2:26–31. (In Russ.).]
 10. Лебедев В.В., Кравчук А.Д. Об объеме хирургических вмешательств при тяжелой черепно-мозговой травме. Журнал «Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко» 1983;47(2):24–9. [Lebedev V.V., Kravchuk A.D. On the volume of surgical interventions in severe traumatic brain injury. Zhurnal "Voprosy neyrokhirurgii" im. N.N. Burdenko = Burdenko's Journal of Neurosurgery 1983;47(2):24–9. (In Russ.).]
 11. Лебедев В.В., Быковников Л.Д. Принципы неотложной нейрохирургии. Журнал «Вопросы нейрохирургии имени Н.Н. Бурденко» 1984;48(4):3–7. [Lebedev V.V., Bykovnikov L.D. Principles of emergency neurosurgery. Zhurnal "Voprosy neyrokhirurgii" im. N.N. Burdenko = Burdenko's Journal of Neurosurgery 1984;48(4):3–7. (In Russ.).]
 12. Крылов В.В., Талыпов А.Э., Пурас Ю.В. Выбор трепанации в хирургии тяжелой черепно-мозговой травмы. Журнал «Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко» 2007;1:11–6. [Krylov V.V., Talypov A.E., Puras Yu.V. Choice of trepanation in surgery for severe brain injury. Zhurnal "Voprosy neyrokhirurgii" im. N.N. Burdenko = Burdenko's Journal of Neurosurgery 2007;1:11–6. (In Russ.).]
 13. Месхия Н.Ш. О хирургической тактике в зависимости от патогенетических и патоморфологических характеристик черепно-мозговой травмы. В кн.: IV Всесоюзный нейрохирургический съезд. Л., 1988. [Meskhiya N.Sh. About surgical tactics depending on the pathogenetic and pathomorphological characteristics of traumatic brain injury. In: 4th All-Union Neurosurgical Congress. Leningrad, 1988. (In Russ.).]
 14. Педаченко Е.Г., Дзяк Л.А., Сирко А.Г. Дифференцированное лечение тяжелых диффузных повреждений мозга. Журнал «Вопросы нейрохирургии имени Н.Н. Бурденко» 2012;76(5):30–9. [Pedachenko E.G., Dziak L.A., Sirko A.G. Differentiated treatment of acute diffuse brain injuries. Zhurnal "Voprosy neyrokhirurgii" im. N.N. Burdenko = Burdenko's Journal of Neurosurgery 2012;76(5):30–9. (In Russ.).]
 15. Ошоров А.В., Попугаев К.А., Савин И.А. и др. Принятие решения о декомпрессивной краниоэктомии при развитии внутричерепной гипертензии у пострадавших с черепно-мозговой травмой на основании расширенного нейромониторинга с использованием коэффициента ауторегуляции PRX. Клинический пример. Журнал «Вопросы нейрохирургии имени Н.Н. Бурденко» 2015;79(6):92–9. [Oshorov A.V., Popugaev K.A., Savin I.A. et al. PRX-monitoring based decision-making about decompressive craniectomy in a patient with severe traumatic brain injury. A case report. Zhurnal "Voprosy neyrokhirurgii" im. N.N. Burdenko = Burdenko's Journal of Neurosurgery 2015;79(6):92–9. (In Russ.).]
 16. Ransohoff J., Benjamin M.V., Gage E.L. Jr., Epstein F. Hemispherectomy in the management of acute subdural hematoma. J Neurosurg 1971;34(1):70–6. DOI: 10.3171/jns.1971.34.1.0070.
 17. Britt R.H., Hamilton R.D. Large decompressive craniotomy in the treatment of acute subdural hematoma. Neurosurgery 1978;2(3):195–200. DOI: 10.1227/00006123-197805000-00001.
 18. Потапов А.А., Рошаль Л.М., Лихтерман Л.Б., Кравчук А.Д. Черепно-мозговая травма: проблемы и перспективы. Журнал «Вопросы нейрохирургии имени Н.Н. Бурденко» 2009;2:3–8. [Potapov A.A., Roshal L.M., Likhтерman L.B., Kravchuk A.D. Traumatic brain injury: problems and perspectives. Zhurnal "Voprosy neyrokhirurgii" im. N.N. Burdenko = Burdenko's Journal of Neurosurgery 2009;2:3–8. (In Russ.).]
 19. Потапов А.А., Крылов В.В., Гаврилов А.Г. и др. Рекомендации по диагностике и лечению тяжелой черепно-мозговой травмы. Часть 1. Организация медицинской помощи и диагностика. Журнал «Вопросы нейрохирургии имени Н.Н. Бурденко» 2015;79(6):100–6. [Potapov A.A., Krylov V.V., Gavrilov A.G. Guidelines for the management of severe head injury. Part 1. Neurotrauma system and neuroimaging. Zhurnal "Voprosy neyrokhirurgii" im. N.N. Burdenko = Burdenko's Journal of Neurosurgery 2015;79(6):100–6. (In Russ.).]
 20. Рекомендации по ведению тяжелого травматического повреждения головного мозга. 2007. Доступно по: <https://rykovodstvo.ru/exspl/116494/index.html>. [Recommendations for the management of severe traumatic brain injury. 2007. Available at: <https://rykovodstvo.ru/exspl/116494/index.html>. (In Russ.).]
 21. Олешкевич Ф.В., Муслех М.А. Способ лечения травматических субдуральных гидром. Минск, 1987. [Oleshkevich F.V., Muslekh M.A. Method of treating traumatic subdural hydromas. Minsk, 1987. (In Russ.).]
 22. Муслех М.А. Клиника, диагностика и лечение травматических субдуральных гидром. Дис. ... канд. мед. наук. М., 1987. [Muslekh M.A. Clinic, diagnosis and treatment of traumatic subdural hydromas. Diss. ... candidate of medical sciences. Moscow, 1987. (In Russ.).]

Вклад авторов

Н.Ш. Месхия: разработка концепции и дизайна исследования, сбор и обработка материала, статистическая обработка данных, написание текста статьи, научное редактирование текста статьи.

Authors' contributions

N.Sh. Meskhiya: research idea and design, obtaining data for analysis, statistical analysis, article writing; scientific editing of the article.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Financing. The study was performed without external funding.

Соблюдение прав пациентов и правил биоэтики. Протокол исследования одобрен комитетом по биомедицинской этике.

Compliance with patient rights and principles of bioethics. The study protocol was approved by the biomedical ethics committee.

Статья поступила: 31.03.2021. **Принята к публикации:** 26.10.2021.

Article submitted: 31.03.2021. **Accepted for publication:** 26.10.2021.

DOI: 10.17650/1683-3295-2021-24-1-55-55



КОММЕНТАРИЙ К СТАТЬЕ Н.Ш. МЕСХИЯ «ОПЫТ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ПОСТРАДАВШИХ С ТЯЖЕЛОЙ ЧЕРЕПНО-МОЗГОВОЙ ТРАВМОЙ»

Commentary to N.S. Meschia article “Experience of surgical treatment of patients with severe traumatic brain injury”

Работа посвящена, несомненно, наиболее важной проблеме нейрохирургии — черепно-мозговой травме (ЧМТ). Автор, нейрохирург с огромным опытом, д. м. н., профессор, основатель Нейрохирургического центра в г. Сухуми, представил большой материал о хирургическом лечении ЧМТ, который охватывает более чем 40-летний период. Анализ, проведенный Н.Ш. Месхия, позволяет оценить исходы хирургии ЧМТ в периоды до и после начала широкого применения компьютерной томографии. В исследование включены результаты лечения более 4000 пострадавших. Автор делает акцент на анализе ошибок диагностики, тяжести состояния пострадавших, видов лечения и, самое важное — исходов хирургии.

Конечно, методология и дизайн работы во многом не соответствуют современным представлениям о научном исследовании, однако необходимо учитывать, что автор начал собирать и анализировать материал задолго до внедрения современных требований. Можно не согласиться с некоторыми положениями, которые приводит Н.Ш. Месхия, к примеру, часто применяемая «модифицированная костно-пластическая трепанация», при которой костный лоскут не удаляют и не фиксируют в надежде, что после разрешения отека он встанет на место. Для внедрения любых новшеств в хирургии необходимо проводить длительные сравнительные исследования. Классификация повреждений, приводимая автором, также своеобразна

и трудно поддается сравнению с результатами других исследователей.

Работа, как никакая другая, на мой взгляд, позволяет высветить проблемы лечения пострадавших с ЧМТ. И так, за 40 лет произошли революционные изменения возможностей нейровизуализации, появились и были внедрены новые методики хирургии, изменилась даже структура ЧМТ. Практически исчезли ошибки, связанные с несовершенством средств диагностики, сократилось до минимума время принятия решения. Основное, к чему подводит нас статья — проблема улучшения исходов лечения пострадавших с ЧМТ. Небольшое снижение летальности у пострадавших с ЧМТ в настоящее время — с применением современных средств диагностики (35,3 %), по сравнению с показателями в докомпьютерную эру (38 %) наводит на грустные размышления: снижение летальности составило около 4 % за 40 лет. Мы должны быть благодарны автору за возможность бросить взгляд назад, критически оценить современный опыт и осознать необходимость проведения новых исследований в области нейротравматологии.

*А.Э. Тальтов, д.м.н., врач-нейрохирург,
ведущий научный сотрудник отделения нейрохирургии
ГБУЗ «Научно-исследовательский институт скорой
помощи им. Н.В. Склифосовского Департамента
здравоохранения г. Москвы»*

ТРАНСКРАНИАЛЬНОЕ ДУПЛЕКСНОЕ СКАНИРОВАНИЕ В ОЦЕНКЕ ИСХОДА МИКРОХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С РАЗРЫВОМ ЦЕРЕБРАЛЬНЫХ АНЕВРИЗМ

Л.Т. Хамидова¹, П.Г. Евграфов¹, Н.В. Рыбалко¹, И.М. Шетова², С.С. Петриков¹, В.В. Крылов²

¹ГБУЗ «Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского Департамента здравоохранения г. Москвы»; Россия, 129090 Москва, Большая Сухаревская пл., 3;

²ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова» Минздрава России; Россия, 127473 Москва, ул. Делегатская, 20, стр. 1

Контакты: Павел Геннадьевич Евграфов gembov@gmail.com

Цель исследования – определить роль ультразвуковых параметров церебрального кровотока в прогнозировании риска неблагоприятного исхода у больных с нетравматическим субарахноидальным кровоизлиянием.

Материалы и методы. В исследование ретроспективно включены 413 пациентов, поступивших в НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского в 2010–2020 гг. с диагнозом «аневризматическое нетравматическое субарахноидальное кровоизлияние», из них мужчин – 201 (48,7 %), женщин – 212 (51,3 %). Средний возраст пациентов составил 51 ± 12 лет. Все пациенты оперированы открытым способом (клипирование аневризмы). Тяжесть состояния при поступлении и перед операцией оценивали по шкале Hunt–Hess. Транскраниальное дуплексное сканирование артерий головного мозга проводили всем пациентам при поступлении, перед операцией и ежедневно после операции (до 10 сут от момента разрыва аневризмы, всего 2612 исследований). Оценивали степень ангиоспазма по средней мозговой артерии и распространенность ангиоспазма в соответствии с описанной ранее классификацией, а также индекс Линдегаарда (K.F. Lindegaard). Всем пациентам проводили компьютерную томографию с оценкой интенсивности субарахноидального кровоизлияния по шкале Фишера (С.М. Fisher) и объема возникших после операции очагов ишемии в бассейне средней мозговой артерии. Исход заболевания оценивали по шкале исходов Глазго. Сформировано 2 группы пациентов в зависимости от исхода заболевания. Группа 1: неблагоприятный исход (1–3 балла по шкале исходов Глазго – смерть, вегетативное состояние или глубокая инвалидизация с необходимостью постоянного ухода). Группа 2: благоприятный исход (4–5 баллов – восстановление или умеренная инвалидизация). Для выявления факторов риска неблагоприятного исхода применен метод бинарной логистической регрессии. В отдаленном периоде после хирургического лечения 104 пациента (68 женщин и 36 мужчин) прошли обследование с использованием комплекса неврологических оценок: модифицированной шкалы Рэнкина, индекса Бартела, краткий опросник MMSE, госпитальная шкала тревоги и депрессии.

Результаты. Благоприятный клинический исход (группа 2) зафиксировали у 221 (53,5 %), неблагоприятный (группа 1) – у 192 (46,5 %) пациентов. Выявлены следующие независимые факторы риска неблагоприятного исхода: наличие ангиоспазма по средней мозговой артерии до операции, выраженный или диффузный ангиоспазм. Суточный прирост линейной скорости кровотока по средней мозговой артерии – предиктор неблагоприятного исхода (по данным унивариантного анализа, составил 51,6 см/с). На основе полученных данных создана и представлена математическая модель прогноза неблагоприятного исхода у пациентов с нетравматическим субарахноидальным кровоизлиянием. Чувствительность модели составила 88,5 %, специфичность – 76,0 %. Увеличение линейной скорости кровотока на 58,7 см/с в течение суток ассоциировалось с увеличением степени инвалидности по модифицированной шкале Рэнкина на 1 балл. Показано, что ангиоспазм негативно влияет на когнитивные функции и способность к самообслуживанию в отдаленном периоде заболевания.

Заключение. Продемонстрировано, что ультразвуковые признаки ангиоспазма – независимые предикторы как неблагоприятного исхода, так и ухудшения функциональных результатов лечения больных с нетравматическим субарахноидальным кровоизлиянием.

Ключевые слова: субарахноидальное кровоизлияние, ангиоспазм, транскраниальное дуплексное сканирование, индекс Линдегаарда, отдаленные результаты

Для цитирования: Хамидова Л.Т., Евграфов П.Г., Рыбалко Н.В. и др. Транскраниальное дуплексное сканирование в оценке исхода микрохирургического лечения пациентов с разрывом церебральных аневризм. Нейрохирургия 2022;24(1):56–68. DOI: 10.17650/1683-3295-2022-24-1-56-68.

Transcranial duplex sonography in assessing microsurgical treatment outcome for patients with ruptured cerebral artery aneurysms

L. T. Hamidova¹, P. G. Evgrafov¹, N. V. Rybalko¹, I. M. Shetova², S. S. Petrikov¹, V. V. Krylov²

¹N. V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine, Moscow Healthcare Department; 3 Bolshaya Sukharevskaya Sq., Moscow 129090, Russia;

²A. I. Evdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry, Ministry of Health of Russia; Bld. 1, 20 Delegatskaya St., Moscow 127473, Russia

Contacts: Pavel Gennadevich Evgrafov gembov@gmail.com

Study objective. To determine the role of transcranial duplex sonography measurements in prognosing the risk of adverse outcome in patients with nontraumatic subarachnoid haemorrhage.

Materials and Methods. In 2010–2020 413 patients admitted to N. V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine of Moscow Healthcare Department with aneurysmatic subarachnoid haemorrhage were enrolled into the study, including 201 males (48.7 %) and 212 females (51.3 %). Mean age was 51 ± 12 years. All patients were treated surgically (aneurysm clipping). Patients' status on admission and before surgery was evaluated according to Hunt and Hess scoring system. Transcranial duplex sonography was conducted in all patients on admission, before surgical treatment and on a daily basis after aneurysm clipping (up to the 10th day after aneurysm rupture, 2,612 examinations in total). The degree of angiospasm in middle cerebral artery, Lindegaard ratio and the presence of diffuse angiospasm in all arteries of Willis circle were assessed according to a previously described classification system. Brain computed tomography scans were used to determine the extent of subarachnoid haemorrhage according to C. M. Fisher scale and volume of ischemic lesions in areas supplied by middle cerebral artery. Outcomes were rated according to Glasgow Outcome Scale. Study sample was divided into two groups according to outcome. Group 1: adverse outcome (Glasgow Outcome Scale 1–3). Group 2: favorable outcome (Glasgow Outcome Scale 4–5). Binary logistic regression was applied to reveal risk factors for adverse outcome. To define long-term treatment outcome 104 patients (68 females, 36 males) were examined using neurologic scoring systems: Modified Rankin Scale, Barthel Index, Mini-Mental State Exam, Hospital Anxiety and Depression Scale.

Results. Favorable outcome (group 2) was ascertained in 221 (53.5 %), unfavorable outcome (group 1) – in 192 (46.5 %) patients. The following independent risk factors for unfavorable outcome were detected: angiospasm in middle cerebral artery before surgery, severe angiospasm in middle cerebral artery and diffuse angiospasm. According to univariate analysis, daily increase in middle cerebral artery peak systolic velocity by 51.6 cm/s was associated with adverse outcome either. Binary logistic regression model was able to predict unfavorable outcome with sensitivity 88.5 %, specificity 76.0 %. Daily increase in middle cerebral artery peak systolic velocity by 58.7 cm/s was associated with Modified Rankin Scale increase by 1 point. Angiospasm proved to be strongly connected with cognitive and self-care ability impairment on follow-up.

Conclusion. Ultrasonic signs of angiospasm in patients with aneurysmatic subarachnoid haemorrhage are independent predictors of adverse outcome and long-term results worsening.

Key words: subarachnoid hemorrhage, angiospasm, transcranial duplex sonography, Lindegaard ratio, long-term results

For citation: Hamidova L. T., Evgrafov P. G., Rybalko N. V. et al. Transcranial duplex sonography in assessing microsurgical treatment outcome for patients with ruptured cerebral artery aneurysms. *Neyrokhirurgiya = Russian Journal of Neurosurgery* 2022;24(1):56–68. (In Russ.). DOI: 10.17650/1683-3295-2022-24-1-56-68.

ВВЕДЕНИЕ

Одно из наиболее грозных осложнений нетравматического субарахноидального кровоизлияния (НСАК, nontraumatic SAH, nSAH – nontraumatic subarachnoid haemorrhage) – ангиоспазм. Благодаря агрессивной тактике лечения с использованием открытых и эндоваскулярных методик, летальность в ранние сроки от непосредственного воздействия излившейся крови и повторного разрыва аневризмы значительно снизилась, уступив место летальности от ишемических осложнений вследствие ангиоспазма [1, 2].

Под ангиоспазмом понимают последовательные изменения всех стенок артерий головного мозга, приводящие к снижению объемного кровотока после разрыва церебральной аневризмы. Впервые описанный

А. Ecker и P. A. Riewmanschneider спазм внутричерепных артерий стал предметом многочисленных клинических и лабораторных исследований [3]. Актуальность проблемы ангиоспазма объясняется высокой частотой его встречаемости, значительным числом пациентов с НСАК трудоспособного возраста, удлинением сроков госпитализации и высокими затратами на лечение и реабилитацию [4].

Ангиоспазм развивается у 50–90 % пациентов с НСАК. Тяжелую и среднюю степени тяжести ангиоспазма диагностируют у трети пациентов с НСАК; из них у половины пациентов возникает клиника церебральной ишемии, еще у половины – на фоне ишемии диагностируют инфаркт мозга [4]. Чаще всего ангиоспазм возникает на 4–14-е сутки после дебюта

клинической картины НСАК. Развитие ангиоспазма повышает летальность на 10–20 % [1, 4].

Несмотря на высокую степень стандартизации и воспроизводимости ангиографических методик, длительный мониторинг мозгового кровотока с помощью рентгенологических методов затруднен из-за причин, к которым относятся: высокая стоимость исследования, лучевая нагрузка, возможность развития тяжелых аллергических и токсических реакций на контрастирующий агент, а также необходимость транспортировки пациента в специализированное диагностическое отделение.

В этой связи методики транскраниальной доплерографии и транскраниального дуплексного сканирования представляются более предпочтительными для объективной диагностики ангиоспазма. Впервые методика оценки показателей кровотока по мозговым артериям с помощью транскраниального исследования описана R. Aaslid и соавт. (1982) [5, 6]. С тех пор данные исследования широко используют для оценки кровотока по внутричерепным артериям в качестве безопасных, эффективных и относительно недорогих методик, которые могут проводиться у одного и того же пациента многократно.

Цель исследования — определить роль ультразвуковых параметров церебрального кровотока в прогнозировании риска неблагоприятного исхода у больных с НСАК.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Характеристика пациентов. В исследование ретроспективно включены 413 пациентов, поступивших в НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского в 2010–2020 гг. с диагнозом: аневризматическое НСАК: мужчин — 201 (48,7 %), женщин — 212 (51,3 %). Ретроспективный дизайн исследования использовался с целью изучения отдаленных результатов лечения. Средний возраст пациентов составил 51 ± 12 лет. Все пациенты оперированы открытым способом — выполнено клипирование аневризмы: у 350 (84,7 %) в течение первых 14 сут с момента разрыва аневризмы, у 63 (15,3 %) пациентов — на 15-е сутки и позже.

Оценка неврологического статуса: тяжесть состояния пациентов при поступлении и перед операцией оценивали по шкале Hunt–Hess.

Транскраниальное дуплексное сканирование артерий головного мозга. Исследования проводили на приборе Esaote MyLab 70 секторным датчиком рабочей частотой 2,5 МГц билатерально. При каждом исследовании после визуализации ножек мозга определяли пиковую систолическую линейную скорость кровотока (ЛСК) в М1-сегменте средней мозговой артерии (СМА), А1-сегменте передней мозговой артерии (ПМА) и Р1-сегменте задней мозговой артерии (ЗМА). При необходимости делалась коррекция доплеровского угла (во всех случаях — не более 30°). Отсутствие четкой визуализа-

ции спектра по всем 6 артериям виллизиева круга при транскраниальном дуплексном сканировании (ТКДС) служило основанием для исключения пациента из исследования. Степень ангиоспазма по СМА оценивали в соответствии с описанной ранее классификацией [7]: умеренный ангиоспазм — ЛСК от 121 до 199 см/с, выраженный — от 200 до 299 см/с, критический — 300 см/с и более. Ангиоспазм по ПМА констатировали при ЛСК свыше 120 см/с, по ЗМА — при ЛСК свыше 100 см/с. Распространенность ангиоспазма трактовали следующим образом: локализованный спазм — наличие спазма по 1 из 6 артерий; распространенный — наличие спазма по 2 артериям с одной стороны; диффузный — наличие признаков спазма по 3 артериям с одной стороны или по любым артериям с 2 сторон.

Далее с помощью конвексного датчика измеряли ЛСК по внутренней сонной артерии (ВСА) с обеих сторон как можно ближе к основанию черепа, согласно описанной Lindegaard методике [8]. Индекс Линдегаарда (ИЛ) рассчитывали по формуле: $ИЛ = ЛСК (в СМА) / ЛСК (в ипсилатеральной ВСА на экстракраниальном уровне)$.

Исследования (всего 2612) проводили при поступлении, перед операцией и ежедневно после операции (до 10 сут от момента разрыва аневризмы). При анализе данных учитывали сторону с наибольшими показателями.

Компьютерная томография головного мозга. Компьютерную томографию (КТ) выполняли на аппарате Aquilion Prime 160 (Toshiba, Япония). При анализе изображений оценивали интенсивность субарахноидального кровоизлияния (САК) по шкале Fisher; при наличии внутримозгового кровоизлияния подсчитывали объем сгустков, учитывали локализацию гематомы в долях головного мозга; в послеоперационном периоде регистрировали появление новых ишемических очагов в бассейне СМА с подсчетом их объема, наличие признаков отека мозга, аксиальной дислокации. При поступлении пациента в обязательном порядке проводили КТ головного мозга, в послеоперационном периоде — в 1-е сутки и далее при наличии следующих показаний: замедленный выход из медикаментозной седации, появление очаговой неврологической симптоматики.

Анализ исходов заболевания. Исход заболевания оценивали по шкале исходов Глазго (ШИГ, GOS — Glasgow Outcome Scale) [9]. Сформировано 2 группы пациентов в зависимости от исхода заболевания: группа 1 — неблагоприятный исход (1–3 балла по ШИГ — смерть, вегетативное состояние или глубокая инвалидизация с необходимостью постоянного ухода), группа 2 — благоприятный исход (4–5 баллов по ШИГ — восстановление или умеренная инвалидизация). С целью определения силы корреляционной связи между отдельными признаками и исходом заболевания дополнительно разделили исследуемую выборку

на 3 группы по исходам следующим образом: ШИГ = 5, ШИГ = 3–4, ШИГ = 1–2.

В отдаленном периоде пациентов приглашали на визит в клинику для обследования в среднем через 2,3 [Me = 2,5; min = 0,5; max = 6] года после перенесенного вмешательства. Всего в отдаленном периоде хирургического лечения обследовано 104 пациента: 68 женщин и 36 мужчин. Средний возраст на момент разрыва церебральной аневризмы пациентов, осмотренных в отдаленном периоде, составил 49 лет.

Во время визита проводили тестирование с использованием комплекса неврологических шкал, выбранных по принципу чувствительности и объективности оценки нарушенных функций. При помощи соответствующих тестов исследовали функциональный статус пациента в отдаленном периоде хирургического лечения церебральных аневризм, степень инвалидности и зависимости от окружающих в повседневной жизни, когнитивные функции, наличие психических нарушений (тревожных и депрессивных расстройств), а также качество жизни. Модифицированная шкала Рэнкина (mRs – Modified Rankin scale, 1988) и индекс Бартела (D. Barthel, 1955) применялись для оценки степени инвалидности и независимости в быту; краткий опросник MMSE (Mini Mental State Examination, 1975) – для оценки когнитивных функций; госпитальная шкала тревоги и депрессии HADS (Hospital Anxiety and Depression Scale, 1988) – для диагностики тревоги и депрессии.

Наиболее распространенные факторы риска сосудистых заболеваний выявляли по результатам нашего опроса пациентов и анализа медицинской документации (амбулаторные карты, выписные эпикризы). Анализировали изменение профессиональной деятельности после вмешательства по поводу церебральных аневризм (присвоение группы инвалидности, невозможность выполнения профессиональной деятельности, изменение интенсивности труда), а также изменение привычного уклада жизни пациентов (хобби, семейное положение).

Статистический анализ данных. Количественные показатели подвергались проверке на нормальность распределения с помощью критерия Шапиро–Уилка. Показатели с нормальным распределением представлены как $M \pm \sigma$ (минимум – максимум). Показатели с распределением, отличным от нормального, представлены в виде медианы (межквартильный интервал). Сравнение количественных показателей между группами проводили с помощью t-критерия Стьюдента для независимых выборок (при нормальном исходном распределении параметра) либо с помощью непараметрического критерия Манна–Уитни (при распределении, отличном от нормального). Сравнение качественных показателей в рамках унивариантного анализа проводили с помощью критерия χ^2 . Для выявления независимых факторов риска неблагоприятного исхо-

да и силы влияния каждого из факторов на исход использовали метод бинарной логистической регрессии: ROC-анализ выполнен для поиска оптимального порогового значения количественных показателей. Расчеты вели в программе IBM SPSS Statistics 23 для Windows. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Характеристика групп пациентов. Пациентов разделили на 2 группы: группа 1 – неблагоприятный клинический исход, 192 (46,5 %), группа 2 – благоприятный исход, 221 (53,5 %) пациент. Статистически значимых различий в половозрастной структуре, а также в локализации аневризмы между группами не выявили (табл. 1).

Частота неблагоприятных исходов среди пациентов пожилого возраста (52,5 %) превышала таковую среди пациентов до 40 лет (43,9 %), однако различие не достигало уровня статистической значимости ($p = 0,25$).

У пациентов с неблагоприятным исходом наблюдалось достоверно более тяжелое состояние при поступлении, а также бо́льшая распространенность САК по Fisher.

Транскраниальное дуплексное сканирование. Ангиоспазм разной степени выраженности выявлен у 379 (91,7 %) пациентов: умеренный – 145 (35,1 %), выраженный – 197 (47,7 %), критический – 37 (9,0 %) пациентов. Максимальные значения ЛСК по СМА за весь период наблюдения зафиксированы: до 7 сут от момента разрыва аневризмы – у 335 (81,1 %), на 8–10-е сутки от разрыва аневризмы – у 78 (18,9 %) пациентов.

При отсутствии ангиоспазма неблагоприятные исходы наблюдались в 11,7 % наблюдений. С появлением и увеличением степени выраженности ангиоспазма увеличивалась частота неблагоприятных исходов: умеренный ангиоспазм – 30 %, выраженный – 60 %, критический – 75,7 % наблюдений (табл. 2). Таким образом установлена прямую достоверную корреляционную взаимосвязь (средней силы) между степенью ангиоспазма и вероятностью неблагоприятного исхода ($\rho = 0,379$, $p < 0,001$).

В первые 7 сут наблюдения от момента разрыва разделили всех пациентов на 3 группы по максимальному значению ИЛ: до 2,9 – нет ангиоспазма, 3,0–5,9 – умеренный и выраженный ангиоспазм, 6,0 и выше – критический ангиоспазм. Согласно предложенным критериям, критический ангиоспазм выявлен у 11 (2,7 %), умеренный и выраженный – у 186 (45 %) пациентов. У 216 (в 52,3 %) пациентов ангиоспазм не выявлен.

У пациентов с неблагоприятным клиническим исходом заболевания также отмечены достоверно более высокие значения ИЛ. Различия достигали уровня статистической значимости начиная с 3-х суток от разрыва церебральной аневризмы и достигали

Таблица 1. Сравнительная характеристика групп пациентов

Table 1. Study sample: patient data

Параметр Parameter	Группа 1 – неблагоприятный исход, n = 192 Group 1 – unfavorable outcome, n = 192	Группа 2 – благоприятный исход, n = 221 Group 2 – favorable outcome, n = 221	Статистическая значимость, p Statistical significance level, p
Мужчины (n, %) Male (n, %)	92 (47,9 %)	109 (49,3 %)	0,520
Женщины (n, %) Female (n, %)	100 (52,1 %)	112 (50,7 %)	
Возраст (лет): Age (years):			
≤40	36 (18,7 %)	46 (20,8 %)	0,380
41–59	104 (54,2 %)	128 (57,9 %)	
≥60	52 (27,1 %)	47 (21,3 %)	
Тяжесть состояния (шкала Hunt–Hess) Severity of condition (Hunt and Hess scale)			
Hunt–Hess 1–3	149 (77,6 %)	215 (97,3 %)	<0,001*
Hunt–Hess 4–5	43 (22,4 %)	6 (2,7 %)	
Распространенность НСАК (шкала Фишера): nSAH Grade According (Fisher scale):			
Fisher 1, 2	58 (30,2 %)	157 (71,0 %)	<0,001*
Fisher 3, 4	134 (69,8 %)	64 (29,0 %)	
Локализация аневризмы Aneurysm location			
ПСА (AComm)	83 (43,2 %)	102 (46,1 %)	0,263
СМА MCA	47 (24,4 %)	55 (24,9 %)	
ВСА ICA	41 (21,4 %)	53 (24,0 %)	
ПМА ACA	9 (4,7 %)	5 (2,3 %)	
Прочие локализации Other locations	12 (6,3 %)	6 (2,7 %)	
Объем очагов постоперационного ишемического повреждения головного мозга (КТ) (см³) CT: postoperatively detected ischemic lesion volume (cm³)			
1–14	132 (68,8 %)	207 (93,7 %)	<0,001*
≥15	60 (31,2 %)	14 (6,3 %)	

Примечание. НСАК – нетравматическое субарахноидальное кровоизлияние, ПСА – передняя соединительная артерия, СМА – средняя мозговая артерия, ВСА – внутренняя сонная артерия, ПМА – передняя мозговая артерия, КТ – компьютерная томография.

Note. nSAH – subarachnoid haemorrhage, AComm – anterior communicating artery, MCA – middle cerebral artery, ICA – internal carotid artery, ACA – anterior cerebral artery, CT – computed tomography.

*p < 0,05.

наибольших значений с 6-го дня, сохраняясь на протяжении всего периода наблюдения (рис. 1).

Обнаружена прямая достоверная корреляционная взаимосвязь (средней силы, на границе с сильной) между степенью выраженности ангиоспазма и вероятностью неблагоприятного исхода ($\rho = 0,584$, $p < 0,001$). Сила корреляционной зависимости превышает такую для степени ангиоспазма по ЛСК.

Выявлена достоверная зависимость между распространенностью ангиоспазма и частотой неблагоприятного исхода ($p = 0,003$), которой соответствует слабая достоверная корреляционная взаимосвязь ($\rho = 0,157$) (см. табл. 2).

Скорость кровотока по СМА до операции превышала 120 см/с у 178 (43,1 % наблюдений) пациентов. У пациентов данной подгруппы неблагоприятные

Таблица 2. Сравнительная характеристика ультразвуковых параметров мозгового кровотока

Table 2. Transcranial duplex cerebral flow parameters in outcome groups

Параметр Parameter	Группа 1 – неблагоприятный исход, n = 192 Group 1 – unfavorable outcome, n = 192	Группа 2 – благоприятный исход, n = 221 Group 2 – favorable outcome, n = 221	Статистическая значимость, p Statistical significance level, p
Ангиоспазм по СМА до операции Angiospasm in MCA preoperatively			
Спазм: пиковая систолическая ЛСК (СМА) >120 см/с Angiospasm: V _s (MCA) >120 cm/s	123 (64,1 %)	55 (24,9 %)	<0,001*
Нет ангиоспазма No angiospasm	69 (35,9 %)	166 (75,1 %)	
Выраженность ангиоспазма по СМА (МСА) после операции (ЛСК) MCA angiospasm severity, postoperatively (V _s)			
Умеренный Moderate	42 (21,9 %)	103 (46,6 %)	<0,001*
Выраженный Severe	118 (61,5 %)	79 (35,7 %)	
Критический Critical	28 (14,5 %)	9 (4,1 %)	
Нет ангиоспазма No angiospasm	4 (2,1 %)	30 (13,6 %)	
Выраженность ангиоспазма по СМА после операции (ИЛ) MCA angiospasm severity, postoperatively (LR)			
Нет (<3,0) No angiospasm (<3.0)	39 (2,3 %)	177 (80,1 %)	<0,001*
Умеренный и выраженный (3,0–5,9) Moderate and severe (3.0–5.9)	143 (74,5 %)	43 (19,5 %)	
Критический (>6,0) Critical (>6.0)	10 (5,2 %)	1 (0,4 %)	
Распространенность ангиоспазма после операции Extent of angiospasm generalization, postoperatively			
Нет No angiospasm	15 (7,8 %)	28 (12,7 %)	0,003*
Сегментарный, распростра- ненный Segmental or spread	48 (25,0 %)	81 (36,7 %)	
Диффузный Diffuse	129 (67,2 %)	112 (50,7 %)	
Максимальный суточный прирост ЛСК по СМА за первые 10 сут от разрыва аневризмы, см/с Maximal daily V _s increment (MCA, first 10 days after aneurysm rupture)			
Прирост ЛСК V _s increment	51,6 ± 3,5	42,4 ± 2,9	0,04*

Примечание. ЛСК – пиковая систолическая линейная скорость кровотока, ИЛ – индекс Линдегаарда.

Note. V_s – peak systolic velocity, LR – Lindegaard ratio.

*p < 0,05.

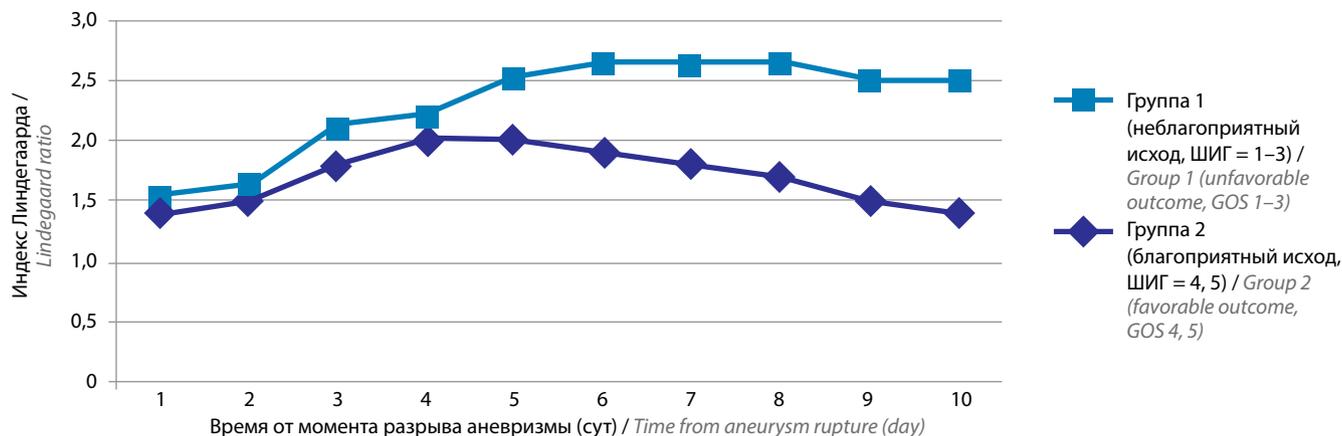


Рис. 1. Изменения индекса Линдегарда в динамике (n = 413)

Fig. 1. Mean Lindegaard ratio in study groups vs. days from aneurysm rupture (n = 413)

Таблица 3. Исход заболевания (ШИГ) при наличии и отсутствии ишемического поражения головного мозга (КТ)

Table 3. Volume of ischemic cerebral lesion (CT) according to outcome (GOS)

КТ: объем ишемического поражения головного мозга, см ³ CT: postoperatively detected ischemic lesion volume, cm ³	Исход заболевания Disease outcome			Число пациентов, n Patients, n
	Выздоровление (ШИГ = 5) Recovery (GOS = 5)	Умеренная, тяжелая инвалидизация (ШИГ = 3–4) Moderate, severe disability (GOS = 3–4)	Вегетативное состояние, смерть (ШИГ = 1–2) Persistent vegetative state, death (GOS = 1–2)	
Нет No lesion	152 (80 %)	24 (36,9 %)	33 (20,9 %)	209
1–14	29 (15,3 %)	32 (49,2 %)	69 (43,7 %)	130
15–34	8 (4,2 %)	8 (12,3 %)	26 (16,5 %)	42
≥35	1 (0,5 %)	1 (1,5 %)	30 (19,0 %)	32
<i>Всего</i> <i>Total</i>	<i>190 (100 %)</i>	<i>65 (100 %)</i>	<i>158 (100 %)</i>	<i>413</i>

исходы наблюдали в 69,1 %. Среди пациентов, у которых повышение скорости кровотока по СМА до операции не выявлено (56,9 %), неблагоприятный клинический исход зафиксирован в 29,4 % случаев. У пациентов с неблагоприятным исходом достоверно чаще выявляли повышение ЛСК по СМА до операции ($p < 0,001$), ОШ 5,4 (3,5–8,2).

При сравнении максимального суточного прироста ЛСК у пациентов с неблагоприятным исходом заболевания значения прироста ЛСК достоверно выше (односторонний критерий Манна–Уитни, $p = 0,04$). Однако при попытке определения порогового значения для прогнозирования исходов получен неудовлетворительный показатель площади под ROC-кривой: 0,55 (0,49–0,61), что не позволяет на основе полученных данных рассматривать данный фактор в качестве значимого для прогноза исходов у пациентов с НСАК.

Компьютерная томография. При проведении КТ головного мозга в динамике после хирургического вмешательства выявили у 204 (49,3 %) пациентов вновь

развившиеся очаги ишемического поражения головного мозга следующего объема: от 1 до 14 см³ – у 130; от 15 до 34 см³ – у 42; более 35 см³ – у 32 пациентов.

Неблагоприятный клинический исход (ШИГ = 1–3) наблюдался достоверно чаще у пациентов с объемом ишемии более 15 см³ ($p < 0,001$, ОШ 6,7 (3,6–12,5)). Для определения силы корреляционной связи между объемом ишемических очагов и исходом заболевания выборку разделили на 3 группы по исходам (табл. 3).

Выявлена зависимость неблагоприятного клинического исхода от объема ишемического повреждения ткани головного мозга: у пациентов с очагами ишемии большого объема увеличивалась вероятность развития неблагоприятного исхода (коэффициент корреляции Спирмена – 0,562; $p < 0,001$).

Таким образом, с помощью унвариантного анализа выявлены следующие факторы риска неблагоприятного исхода у пациентов с НСАК:

- 1) тяжесть состояния при поступлении по шкале Hunt–Hess 4–5;

- 2) распространенность НСАК по Fisher 3–4;
- 3) степень ангиоспазма по ЛСК в СМА – 200 см/с и более;
- 4) степень ангиоспазма по ЛИ – 3 и более;
- 5) распространенность ангиоспазма на все 6 мозговых артерий виллизиева круга (диффузный ангиоспазм);
- 6) наличие ангиоспазма по СМА до операции (ЛСК выше 120 см/с);
- 7) объем ишемических изменений головного мозга (КТ после операции) – более 15 см³.

Разработка модели для оценки риска исхода у пациентов с разрывами церебральных аневризм. Для выявления независимых предикторов неблагоприятного исхода у пациентов с НСАК применен метод бинарной логистической регрессии. Для создания прогностической модели исходные значения факторов риска категоризованы (табл. 4).

Для создания прогностической модели использован метод определения выраженности ангиоспазма по ИЛ, поскольку ИЛ значимо коррелирует с частотой неблагоприятного исхода, а включение в модель 2 заведомо коррелирующих между собой параметров – ЛСК по СМА и ИЛ – заведомо нецелесообразно.

Результаты применения метода бинарной логистической регрессии показали, что все 6 факторов служат независимыми предикторами неблагоприятного исхода и могут быть использованы для создания прогностической модели (табл. 5).

Выраженность ангиоспазма, определенная по величине ИЛ, имеет наибольшее отношение шансов и коэффициент регрессии среди рассмотренных факторов риска. Всего в итоговую модель в качестве факторов риска вошли 3 ультразвуковых параметра церебрального кровотока (1, 2). Итоговое уравнение регрессии для определения риска неблагоприятного исхода у больных с НСАК имеет вид:

$$P = \frac{1}{1 + e^{-\lambda}}, \quad (1)$$

$$\text{где } \lambda = -2,388 + 1,597 \times H + 0,793 \times F + 1,943 \times L - 0,793 \times S + 1,376 \times V + 1,420 \times I, \quad (2)$$

где P – оценочная вероятность наступления неблагоприятного исхода; λ – параметр, характеризующий вклад различных факторов риска в итоговое значение оценочной вероятности; H – тяжесть состояния по Hunt–Hess; F – выраженность НСАК (данные КТ, Fisher); L – наличие ангиоспазма до операции; S – выраженность спазма по ИЛ; V – распространенность ангиоспазма; I – наличие и объем очагов ишемии (данные КТ).

На основе имеющихся данных работы при проведении ROC-анализа модели по каждому пациенту (рис. 2) можно оценить площадь под кривой, которая

Таблица 4. Категоризация факторов риска, вошедших в прогностическую модель

Table 4. Prognostic model: risk factor categories and corresponding score

Фактор риска Risk Factor	Значение Categories	Баллы Score
Тяжесть состояния (Hunt–Hess) Severity of condition (Hunt and Hess)	1–3	0
	4, 5	1
Распространенность НСАК (КТ, Fisher) nSAH (CT, Fisher)	1, 2	0
	3, 4	1
Наличие ангиоспазма до операции Angiospasm preoperatively	Нет Absent	0
	Есть Present	1
ИЛ (максимальный за период наблюдения) Maximum LR throughout observation period	<2,9	0
	3,0–5,9	1
	>6,0	2
Распространенность ангиоспазма Extent of angiospasm generalization, postoperatively	Нет спазма Absent	0
	Сегментарный, распространенный Segmental or spread	1
	Диффузный Diffuse	2
Наличие и объем очагов ишемии (КТ) Ischemic lesions on CT: presence and volume	Нет Absent	0
	≤14 см ³ ≤14 cm ³	1
	15–34 см ³ 15–34 cm ³	2
	>35 см ³ >35 cm ³	3

составила 0,92 (0,89–0,94), что соответствует хорошему качеству прогностической модели. Пограничное значение оценочной вероятности (0,3) позволяет спрогнозировать неблагоприятный исход с чувствительностью 88,5 % и специфичностью 76,0 %.

Оценка влияния выраженности ангиоспазма на отдаленные результаты хирургического лечения пациентов с нетравматическим субарахноидальным кровоизлиянием. По результатам многофакторного регрессионного анализа степень сосудистого спазма достоверно коррелировала со степенью инвалидности в отдаленном периоде заболевания. При увеличении ЛСК на каждые 58,7 см/с показатель mRs возрастал на 1 балл (p < 0,05) (рис. 3).

Выявлена ассоциация выраженности ангиоспазма с когнитивными нарушениями по шкале MMSE и снижением способности к самообслуживанию по индексу Бартела. При возрастании максимальной ЛСК на

Таблица 5. Регрессионные коэффициенты и отношение шансов для факторов риска, вошедших в математическую модель

Table 5. Prognostic model: risk factors, regression coefficients and odds ratios

Фактор Factor	Статистическая значимость, p Level of statistical significance, p	ОШ OR	95 % ДИ для ОШ 95 % CI for odds ratios		Коэффициент регрессии Regression coefficient
			нижняя граница lower limit	верхняя граница upper limit	
Тяжесть состояния (Hunt–Hess) Severity of condition (Hunt and Hess)	0,006	4,938	1,564	15,594	1,597
Выраженность НСАК (КТ, Fisher) SAH (CT, Fisher)	0,011	2,209	1,195	4,085	0,793
Наличие ангиоспазма до операции Angiospasm preoperatively	<0,001	3,961	2,152	7,290	1,376
Выраженность спазма по (ИЛ) Angiospasm severity according (LR)	<0,001	6,979	3,749	12,992	1,943
Распространенность ангиоспазма Extent of angiospasm generalization	0,009	0,546	0,346	0,863	0,605
Наличие и объем очагов ишемии (КТ) Ischemic lesions on: presence and volume (CT)	<0,001	4,136	2,760	6,200	1,420
Константа Intercept	<0,001	0,092	–	–	2,388

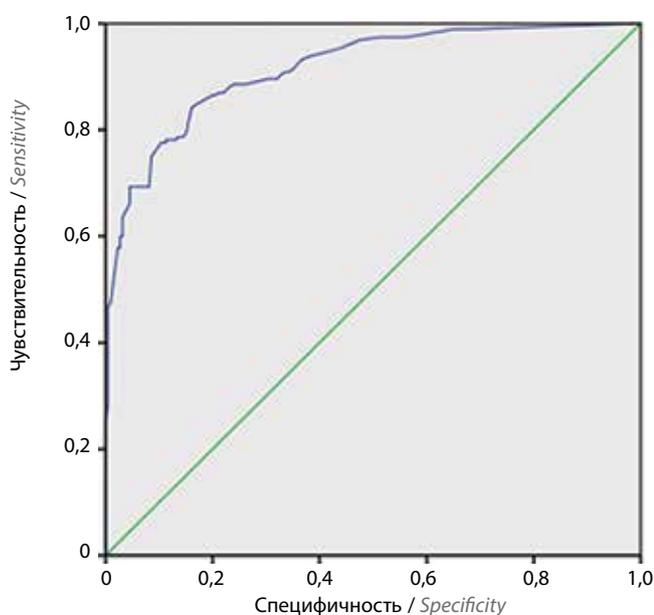


Рис. 2. ROC-кривая для математической модели прогнозирования риска исхода у больных с НСАК

Fig. 2. ROC-curve: model for prognosing unfavorable outcome in patients with nSAH

каждые 61,8 см/с в течение всего периода проведения ТКДС показатель когнитивных нарушений по шкале MMSE снижался на 2,8 балла ($p < 0,05$). При возрастании ЛСК на 105,1 индекс Бартела снижался на 15,9 балла (рис. 4).

ОБСУЖДЕНИЕ

Значимость транскраниального ультразвукового исследования для диагностики ангиоспазма у пациен-

тов с НСАК установили еще в начале 1990-х годов, когда выявили взаимосвязь между выраженностью ангиоспазма по СМА и распространенностью САК, а также между тяжестью состояния по Hunt–Hess и скоростью кровотока по СМА [10]. Увеличение ЛСК по СМА свидетельствует не о сужении просвета сосуда (спазме), а об увеличении объемного кровотока по ВСА, в связи с чем рекомендовано дополнительно определять ИЛ – отношение ЛСК по СМА и ипсилатеральной ВСА, что позволяет снизить число ложноположительных результатов при ультразвуковой диагностике ангиоспазма у пациентов с НСАК [11, 12]. Скоростные показатели по ПМА и ЗМА меньше соответствуют ангиографической картине, видимо, по причине меньшей воспроизводимости измерений (как межисследовательских, так и внутри исследования), а также из-за необходимости использовать коррекции доплеровского угла, что снижает точность измерения скоростных характеристик кровотока [13, 14].

Установлено, что у большинства пациентов с САК повышение ЛСК начинается на 3–4-й день от развития заболевания, а выраженность церебрального ангиоспазма постепенно нарастает и достигает максимальных значений к 7–10-м суткам. В последующие дни отмечается снижение ЛСК с нормализацией к 18–28-м суткам. Значимое повышение ЛСК характерно для разрыва аневризм сосудов, наиболее часто подверженных формированию аневризм: СМА, ВСА и ПСА. На стороне локализации аневризмы ЛСК достоверно выше, чем на контралатеральной стороне [15, 16].

Ряд авторов публикует данные о попытках комплексного использования клинических, инструментальных

Оригинальная работа

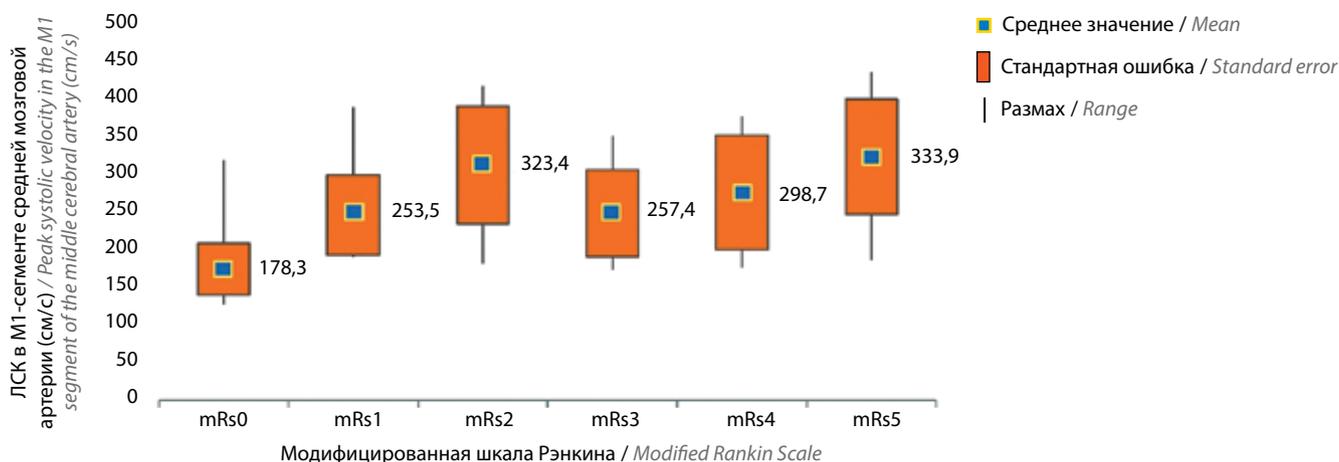


Рис. 3. Степень инвалидности в отдаленном периоде хирургического лечения пациентов с НСАК ($n = 104$)

Fig. 3. Long-term surgical treatment results in patients with nontraumatic subarachnoid haemorrhage: extent of disability ($n = 104$)

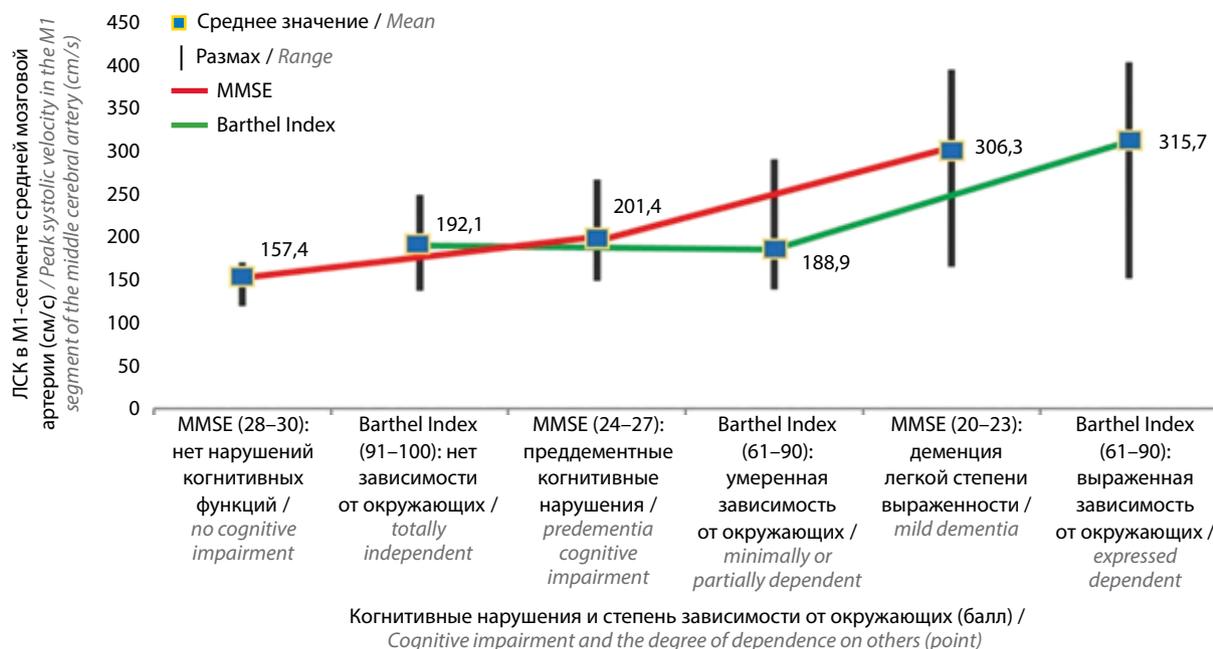


Рис. 4. Когнитивные нарушения и степень зависимости от окружающих в отдаленном периоде хирургического лечения пациентов с НСАК ($n = 104$)

Fig. 4. Extent of cognitive impairment and dependency: long-term outcome after surgery in patients with nontraumatic subarachnoid haemorrhage ($n = 104$)

и сонографических показателей для прогнозирования развития ангиоспазма у пациентов с НСАК. Предлагаются 2 варианта так называемого индекса вероятности ангиоспазма, основанного на совместной оценке следующих показателей: ИЛ, тяжесть состояния по Hunt–Hess, КТ-оценка НСАК по Fischer и оценка перфузии мозга по данным исследования с ^{133}Xe . Модель позволила установить клинический ангиоспазм с точностью до 92,9 %, ангиографический – с точностью 89,9 % [17]. Другая комбинация – высокий показатель по шкале Fisher, повышение V_m по СМА на 5-й день и ранее от дебюта НСАК, значение по шкале комы Глазго менее 14, наличие разрыва аневризмы ПМА или ВСА – позволила выделить группу пациентов, у которых с высокой вероятностью возможно развитие

клинического ангиоспазма, причем предсказательная ценность комбинации показателей превысила таковую для каждого показателя по отдельности [18]. Несмотря на доказанную математическими методами прогностическую значимость моделей, применение их в клинической практике затруднено ввиду отсутствия валидации на больших выборках.

Актуальным представляется применение транскраниального исследования не только с целью оценки риска развития ангиоспазма, но и неблагоприятного клинического исхода НСАК. Ранее нами установлено 5 типов течения заболевания на основе доплерографических признаков в зависимости от V_s , начала развития ангиоспазма, увеличения V_s в течение суток, динамических скоростных характеристик, значений

ИЛ и пульсационного индекса, определяющих исход заболевания [16]. Очевидно, что для точной оценки риска неблагоприятных исходов после разрыва аневризм необходимо использовать комплекс клинико-инструментальных показателей, целесообразность применения каждого из которых статистически обоснована.

В основу нашего исследования положены результаты оценки данных о наличии ангиоспазма у 413 пациентов, оперированных по поводу разрыва церебральных аневризм. В 84,7 % операции выполнены в остром периоде САК. Всем проведены ТКДС и КТ головного мозга до и после операции. Установлены ультразвуковые параметры мозгового кровотока, неблагоприятно влияющие на исход заболевания: выраженный ангиоспазм (200 см/с и выше), увеличение ИЛ до 3 и выше, а также диффузный ангиоспазм. В исследовании учитывалось наличие ангиоспазма по всем 6 мозговым артериям виллизиева круга, доступным визуализации при ТКДС, и распространенность ангиоспазма оказалась одним из факторов риска, вошедших в прогностическую модель.

Суточный прирост ЛСК по СМА на 51,6 см/с и выше также служит предиктором неблагоприятного исхода, по данным унивариантного анализа. Объем ишемического поражения головного мозга вследствие ангиоспазма более 15 см³ достоверно чаще приводил к развитию неблагоприятного исхода.

На основе полученных данных нами представлена математическая модель прогноза неблагоприятного исхода у пациентов с НСАК на большой выборке. Чувствительность прогноза неблагоприятного исхода составила 88,5 %, специфичность — 76,0 %. Таким образом, у большинства пациентов представленная модель прогноза исхода заболевания может быть использована в определении тактики на ранних сроках разрыва аневризмы (до 14 сут).

В исследуемые группы не входили пациенты, которым выполняли эндоваскулярное лечение аневризм, поэтому полученные результаты рекомендуется использовать только для прогноза исходов при микрохирургическом лечении.

Кроме того, согласно данным литературы, использование абсолютных значений ЛСК по СМА необходимо делать с поправкой на возраст [19]. Согласно результатам нашего исследования, ИЛ значительно коррелирует с исходом заболевания, даже без учета

возраста пациента. Логично предположить, что значение ИЛ меньше зависит от возраста, чем ЛСК, однако для проверки данной гипотезы необходим анализ подгруппы пациентов пожилого возраста.

При изучении влияния ангиоспазма на когнитивные функции и степень функционального восстановления в отдаленном периоде хирургического лечения пациентов с НСАК обнаружено, что выраженность ангиоспазма может служить предиктором неблагоприятного функционального восстановления пациентов после вмешательства: так, увеличение ЛСК на 58,7 см/с в течение суток приводило к увеличению степени инвалидности по mRs на 1 балл. Установили также, что ангиоспазм негативно влияет на когнитивные функции и способность к самообслуживанию в отдаленном периоде заболевания: при увеличении максимальной ЛСК на каждые 61,8 см/с их значение по шкале MMSE снижалось на 2,8 балла, а при увеличении ЛСК на 105,1 см/с индекс Бартела уменьшался на 15,9 балла.

Выявленные изменения функционального статуса и когнитивных функций в отдаленном периоде заболевания связаны, вероятнее всего, с ишемией тканей головного мозга, которая развивается вследствие сосудистого спазма.

По дизайну настоящее исследование ретроспективное, в связи с чем для валидации разработанной модели желательно проведение проспективного исследования.

ВЫВОДЫ

1. Параметры, полученные при транскраниальном дуплексном сканировании, служат независимыми прогностическими факторами неблагоприятного исхода у пациентов, оперированных в остром периоде разрыва аневризмы головного мозга.
2. Выявлены неблагоприятные факторы исхода раннего хирургического лечения аневризм: выраженный или диффузный ангиоспазм, максимальный суточный прирост линейной скорости кровотока по средней мозговой артерии более 51,6 см/с, наличие ишемического повреждения головного мозга объемом более 15 см³.
3. Выраженный диффузный ангиоспазм служит фактором, определяющим плохие функциональные исходы и когнитивные нарушения в отдаленном периоде нетравматического субарахноидального кровоизлияния.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Marshall S.A., Nyquist P., Ziai W.C. The role of transcranial Doppler ultrasonography in the diagnosis and management of vasospasm after aneurysmal subarachnoid hemorrhage. *Neurosurg Clin N Am* 2010;21(2):291–303. DOI: 10.1016/j.nec.2009.10.010.
- Smith M. Intensive care management of patients with subarachnoid haemorrhage. *Curr Opin Anaesthesiol* 2007;20(5):400–7. DOI: 10.1097/aco.0b013e3282efa686.
- Ecker A., Riewmanschneider P.A. Arteriographic demonstration of spasm of the intracranial arteries: With special reference to saccular arterial aneurisms. *J Neurosurg* 1951;8(6):600–67. DOI: 10.3171/jns.1951.8.6.0660.
- Chou C.-H., Reed S.D., Allsbrook J.S. et al. Costs of vasospasm in patients with aneurysmal subarachnoid hemorrhage. *Neurosurgery* 2010;67(2):345–52. DOI: 10.1227/01.neu.0000371980.08391.71.
- Aaslid R., Huber P., Nornes H. Evaluation of cerebrovascular spasm with transcranial Doppler ultrasound. *J Neurosurg* 1984;60(1):37–41. DOI: 10.3171/jns.1984.60.1.0037.
- Aaslid R., Markwalder T.M., Nornes H. Noninvasive transcranial Doppler ultrasound recording of flow velocity in basal cerebral arteries. *J Neurosurg* 1982;57(6):769–74. DOI: 10.3171/jns.1982.57.6.0769.
- Хирургия аневризм головного мозга. Под ред. В.В. Крылова. М.: Изд-во Т.А. Алексева, 2011. Т. 1. с. 126–65. [Surgery for cerebral aneurysms. Ed. by V.V. Krylov. Moscow: Izd-vo T.A. Alekseeva, 2011. V. 1. с. 126–65. (In Russ.)].
- Куксова Н.С., Хамидова Л.Т., Трофимова Е.Ю. Оценка функционального состояния головного мозга при нетравматическом субарахноидальном кровоизлиянии. Часть I. Сосудистый спазм, ишемия мозга и электрическая активность. *Нейрохирургия* 2011;(3):34–42. [Kuksova N.S., Khamidova L.T., Trofimova E.Yu. Estimation of brain functional state during non-traumatic subarachnoid hemorrhage. Part I. Angiospasm, brain ischemia and electrical activity. *Neirokhirurgiya = Russian Journal of Neurosurgery* 2011;(3):34–42. (In Russ.)].
- Lindegard K.F., Nornes H., Bakke S.J. et al. Cerebral vasospasm after subarachnoid hemorrhage investigated by means of transcranial Doppler ultrasound. *Acta Neurochir Suppl (Wien)* 1988;42:81–4. DOI: 10.1007/978-3-7091-8975-7_16.
- Li D.-D., Chang J.-Y., Zhou C.-X., Cui J.-B. Clinical diagnosis of cerebral vasospasm after subarachnoid hemorrhage by using transcranial Doppler sonography. *Eur Rev Med Pharmacol Sci* 2018;22(7):2029–35. DOI: 10.26355/eurev_201804_14732.
- Aaslid R. Transcranial Doppler assessment of cerebral vasospasm. *Eur J Ultrasound* 2002;16(1–2):3–10. DOI: 10.1016/s0929-8266(02)00045-9.
- Findlay J.M., Nisar J., Darsaut T. Cerebral vasospasm: A review. *Can J Neurol Sci* 2016;43(1):15–32. DOI: 10.1017/cjn.2015.288.
- Wozniak M.A., Sloan M.A., Rothman M.I. et al. Detection of vasospasm by transcranial Doppler sonography. The challenges of the anterior and posterior cerebral arteries. *J Neuroimaging* 1996;6(2):87–93. DOI: 10.1111/jon19966287.
- Mastantuono J.-M., Combescure Ch., Elia N. et al. Transcranial Doppler in the diagnosis of cerebral vasospasm: An updated meta-analysis. *Crit Care Med* 2018;46(10):1665–72. DOI: 10.1097/ccm.0000000000003297.
- Крылов В.В., Григорьева Е.В., Хамидова Л.Т., Муслимов Р.Ш. Сравнительный анализ данных компьютерной томографии и интракраниальной доплерографии у пациентов с церебральным ангиоспазмом. *Неврологический журнал* 2016;21(6):344–52. [Krylov V.V., Grigoreva E.V., Khamidova L.T., Muslimov R.Sh. Comparative analysis of CT and intracranial doppler in patients with cerebral angiospasm. *Nevrologicheskiy zhurnal = Neurological Journal* 2016; 21(6):344–52. (In Russ.)]. DOI: 10.18821/1560-9545-2016-21-6-344-352.
- Хамидова Л.Т., Крылов В.В., Петриков С.С., Рыбалко Н.В. Транскраниальная доплерография у больных с разрывом аневризм головного мозга в оценке церебральной гемодинамики и прогнозировании исходов заболевания. *Медицинская визуализация* 2019; 2:127–36. [Khamidova L.T., Krylov V.V., Petrikov S.S., Rybalco N.V. Transcranial doppler in patients with ruptured brain aneurysms in cerebral hemodynamics evaluation and outcomes predicting. *Meditsinskaya vizualizatsiya = Medical Visualization* 2019;23(2):127–36. (In Russ.)]. DOI: 10.24835/1607-0763-2019-2-127-136.
- Gonzalez N.R., Boscardin W.J., Glenn T. et al. Vasospasm probability index: A combination of transcranial Doppler velocities, cerebral blood flow, and clinical risk factors to predict cerebral vasospasm after aneurysmal subarachnoid hemorrhage. *J Neurosurg* 2007;107(6):1101–12. DOI: 10.3171/jns-07/12/1101.
- Qureshi A.I., Sung G.Y., Razumovsky A.Y. et al. Early identification of patients at risk for symptomatic vasospasm after aneurysmal subarachnoid hemorrhage. *Crit Care Med* 2000;28(4):984–90. DOI: 10.1097/00003246-200004000-00012.
- Krejza J., Mariak Z., Lewko J. Standardization of flow velocities with respect to age and sex improves the accuracy of transcranial color Doppler sonography of middle cerebral artery spasm. *Am J Roentgenol* 2003;181(1):245–52. DOI: 10.2214/ajr.181.1.1810245.

Вклад авторов:

Л.Т. Хамидова: разработка концепции и дизайна исследования, инструментальные диагностические исследования, сбор и обработка материала, научное редактирование статьи, написание текста статьи, анализ данных;
 П.Г. Евграфов: написание текста статьи, статистическая обработка данных, сбор и обработка материала;
 Н.В. Рыбалко: научное редактирование статьи;
 И.М. Шетова: написание текста статьи, статистическая обработка данных, сбор и обработка материала;
 С.С. Петриков: разработка дизайна исследования, научное редактирование статьи;
 В.В. Крылов: проведение нейрохирургического лечения, разработка дизайна исследования, научное редактирование статьи.

Authors' contributions

L.T. Khamidova: research idea and design, performing of diagnostic examinations, obtaining data for analysis, scientific editing of the article, article writing, data analysis;
 P.G. Evgrafov: article writing, statistical analysis, obtaining data for analysis;
 N.V. Rybalco: scientific editing of the article;

I.M. Shetova: article writing, statistical analysis, obtaining data for analysis;
S.S. Petrikov: research design, scientific editing of the article;
V.V. Krylov neurosurgical treatment, research design, scientific editing of the article.

ORCID авторов / ORCID of authors

Л.Т. Хамидова / L.T. Hamidova: <https://orcid.org/0000-0002-9669-9164>
П.Г. Евграфов / P.G. Evgrafov: <https://orcid.org/0000-0003-2713-3498>
Н.В. Рыбалко / N.V. Rybalko: <https://orcid.org/0000-0001-6973-4430>
И.М. Шетова / I.M. Shetova: <https://orcid.org/0000-0001-8975-7875>
С.С. Петриков / S.S. Petrikov: <https://orcid.org/0000-0003-3292-8789>
В.В. Крылов / V.V. Krylov: <https://orcid.org/0000-0001-7206-8926>

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.
Financing. The study was performed without external funding.

Соблюдение прав пациентов и правил биоэтики

Протокол исследования одобрен комитетом по биомедицинской этике ГБУЗ «Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского Департамента здравоохранения г. Москвы». Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании.

Compliance with patient rights and principles of bioethics

The study protocol was approved by the biomedical ethics committee of N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine of Moscow Healthcare Department. All patients gave written informed consent to participate in the study.

DOI: 10.17650/1683-3295-2021-24-1-69-78



АРТРОСКОПИЧЕСКИЙ ТРАНСКАПСУЛЯРНЫЙ НЕВРОЛИЗ ПОДМЫШЕЧНОГО НЕРВА (НАБЛЮДЕНИЕ ИЗ ПРАКТИКИ)

Д.Л. Пасхин¹, Е.А. Беляк¹, С.А. Асратян¹, Н.В. Загородний², Ф.Л. Лазко¹, А.П. Призов¹,
С.Н. Шурыгин¹, К.В. Маршал³

¹ГБУЗ г. Москвы «Городская клиническая больница им. В.М. Буянова Департамента здравоохранения г. Москвы»; Россия, 115516 Москва, ул. Бакинская, 26;

²ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов»; Россия, 117198 Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6;

³Международная школа «Медицина будущего», ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова Минздрава России; Россия, 119991 Москва, ул. Трубецкая, 8, стр. 2

Контакты: Дмитрий Львович Пасхин yas-moe@mail.ru,
Евгений Александрович Беляк belyakevgen@mail.ru

Цель работы – представить клинический случай выполнения невролиза подмышечного нерва через артроскопический трансапсулярный доступ.

Клинический случай. Пациент Ч., 38 лет, получил переломовывих головки левой плечевой кости в результате падения 5 мес назад, до госпитализации. Сразу после травмы появились симптомы повреждения подмышечного нерва. Проводилась консервативная терапия без положительной динамики. Данные ультразвукового исследования и электронейромиографии показали признаки компрессии подмышечного нерва без нарушения его анатомической целостности. Патологический субстрат располагался в области шейки плечевой кости, в «слепой» зоне нерва (“blind” zone). Ситуация осложнялась прогрессированием явлений артроза сустава с формированием болевого синдрома. Выполнен артроскопический трансапсулярный невролиз подмышечного нерва с санацией полости плечевого сустава. Через 2 мес отмечено визуальное увеличение объема дельтовидной мышцы и амплитуды движений в суставе.

Заключение. Артроскопический трансапсулярный невролиз подмышечного нерва – перспективное малоинвазивное вмешательство, дающее возможность выполнения симультанной операции мультидисциплинарной бригадой. Необходимо сравнение результатов операций артроскопическим и открытым доступом.

Ключевые слова: артроскопическая декомпрессия подмышечного нерва, хирургия нервов, нейропатия подмышечного нерва, эндоскопическая хирургия, комплексное артроскопическое вмешательство, лечение нейропатии, травма нерва

Для цитирования: Пасхин Д.Л., Беляк Е.А., Асратян С.А. и др. Артроскопический трансапсулярный невролиз подмышечного нерва (наблюдение из практики). Нейрохирургия 2022;24(1):69–78. DOI: 10.17650/1683-3295-2022-24-1-69-78.

Arthroscopic transcapsular neurolysis of the axillary nerve (clinical case)

D.L. Paskhin¹, E.A. Belyak¹, S.A. Asratyan¹, N.V. Zagorodniy², F.L. Lazko¹, A.P. Prizov¹, S.N. Shurygin¹, K.V. Marshal³

¹Moscow City Clinical Hospital after V.M. Buyanov, Moscow Healthcare Department; 26 Bakinskaya Str., Moscow 115516, Russia;

²RUDN University; 6 Miklukho-Maklaya Str., Moscow 117198, Russia;

³International School «Medicine of the Future», I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University); Bld. 2, 8 Trubetskaya Str., Moscow 119991, Russia

Contacts: Dmitriy Lvovich Paskhin yas-moe@mail.ru,
Evgeniy Aleksandrovich Belyak belyakevgen@mail.ru

The study objective – to present a clinical case of axillary nerve neurolysis performed through arthroscopic transcapsular access.

Clinical case. Patient Ch., 38 years old, received a fracture of the head of the left humerus as a result of a fall 5 months ago. Immediately after the injury, symptoms of axillary nerve damage appeared. Conservative therapy was carried out

without positive dynamics. According to ultrasound and electroneuromyography, signs of compression of the axillary nerve were noted without violating its anatomical integrity. The pathological substrate was located in the neck of the humerus, in the “blind” zone of the nerve. The situation was complicated by the progression of the phenomena of arthrosis of the joint with the formation of pain. Performed arthroscopic transcapsular neurolysis of the axillary nerve with sanitation of the cavity of the shoulder joint. After 2 months, a visual increase in deltoid muscle volume and range of motion in the shoulder joint was noted.

Conclusion. Arthroscopic transcapsular axillary neurolysis is, from our point of view, a promising minimally invasive intervention with the ability to perform simultaneous surgery by a multidisciplinary team. It is necessary to compare the results of the operation with arthroscopic and open access.

Key words: arthroscopic axillary nerve decompression, nerve surgery, axillary nerve neuropathy, endoscopic surgery, the comprehensive arthroscopic management procedure, neuropathy treatment, nerve injury

For citation: Pashin D.L., Belyak E.A., Asratyan S.A. et al. Arthroscopic transcapsular neurolysis of the axillary nerve (clinical case). *Neurokhirurgiya = Russian Journal of Neurosurgery* 2022;24(1):69–78. (In Russ.). DOI: 10.17650/1683-3295-2022-24-1-69-78.

ВВЕДЕНИЕ

Вывих головки плечевой кости — распространенный вид повреждения опорно-двигательного аппарата, возникающий как при высокоэнергетической, так и низкоэнергетической травме. Вывих часто происходит у молодых пациентов во время занятия спортом, а также в пожилой возрастной группе — в результате падения с высоты собственного роста. Вывих считается осложненным, если сопровождается повреждением кости, сосудов, нервов, мышц и (или) связок.

Повреждение невралжных структур при вывихе головки плечевой кости — общепризнанное осложнение, которое встречается в 15,8–48 % от всех случаев [1–4]. Из них травма подмышечного нерва составляет от 3,3 до 40 % [1, 2, 4]. Хотя в большинстве случаев функция нерва восстанавливается на фоне проведения консервативной терапии, остается группа пациентов с грубым двигательным дефицитом. Слабость в дельтовидной мышце приводит к прогрессирующей нестабильности в плечевом суставе и дислокации головки плечевой кости вниз под силой тяжести руки, далее — к артрозу и формированию тяжелого болевого синдрома [4].

Высокая частота повреждения подмышечного нерва объясняется тесным прилеганием нерва к анатомической шейке плечевой кости и его фиксацией в четырехугольном отверстии. При вывихе дислоцированная головка плечевой кости вызывает тракционное повреждение нерва разной степени тяжести [4–6].

Особенности патофизиологии и морфологии повреждения периферических нервов структурированы в классификациях Седдона (H. Seddon) и Сандерленда (S. Sunderland). При легкой степени повреждения нерва (нейропраксия — по Seddon, степень повреждения 1 — по Sunderland) развивается временное блокирование проводимости, обусловленное отеком, ишемией и очаговой демиелинизацией нервного волокна. При таком типе повреждения отмечается полное восстановление функции нерва через 12 нед. Однако при длительном сохранении воздействия травмирующих факторов (компрессия костными отломками

или грубой рубцовой тканью) восстановление может затянуться на неопределенное время или не наступить совсем. Травма более высокой степени (аксонотмезис — по Seddon, степень 2–4 — по Sunderland) характеризуется повреждением аксонов с их последующей валлеровской дегенерацией. Восстановление функции нерва в таких случаях наблюдается в течение нескольких месяцев путем нового прорастания аксонов. Полное анатомическое нарушение целостности нерва (нейротмезис — по Seddon, степень 5 — по Sunderland) относят к тяжелым повреждениям, которые подлежат как можно более раннему хирургическому лечению [7, 8].

В случае сохранения анатомической целостности нерва и неэффективности консервативной терапии в течение нескольких месяцев проводят операцию невролиза. Полное пересечение нерва служит показанием к его микрохирургической реконструкции или невротизации [4, 7, 8].

Классический невролиз подмышечного нерва выполняется открытым способом, что сопряжено со значительной операционной травмой и длительным реабилитационным периодом после операции, особенно при переднем доступе. Также значительное повреждение тканей может приводить к усугублению рубцово-спаечного процесса и рецидиву компрессии нерва. Необходимо учитывать анатомическую особенность строения подмышечного нерва. В частности, наличие так называемой «слепой» зоны (“blind” zone) [9]. Визуализация и работа на данном участке нерва затруднены при классических открытых доступах. Применение эндоскопической техники и водной оптической среды позволяют свести данные факторы до минимума. Стоит отметить, что современные эндоскопические оптические системы обеспечивают качественное изображение и достаточное увеличение, сопоставимое с использованием операционного микроскопа.

КЛИНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ

Пациент Ч., 38 лет, поступил в ГКБ им. В.М. Буянова (04.12.2018). Из анамнеза известно, что в июле

2018 г. он получил травму левого плечевого сустава во время прыжка в воду. Медицинская помощь оказана по месту жительства. Диагностирован вывих головки плечевой кости кпереди с отрывом большого бугорка. Выполнено закрытое вправление вывиха с иммобилизацией. Сразу после травмы пациент отметил онемение в дельтовидной области. Амбулаторно проводилась комплексная консервативная терапия, включающая физиолечение, массаж и лечебную физкультуру. Иммобилизация снята через 2 нед.

Несмотря на проводимое лечение, отмечено сохранение онемения по наружной поверхности плеча, значительное ограничение движений в плечевом суставе и прогрессирующее уменьшение объема дельтовидной мышцы. Клинически диагностирована нейропатия подмышечного нерва и к терапии добавлены мильгамма, нейромидин и электромиостимуляция дельтовидной мышцы. Проведено дополнительное обследование.

Данные МРТ плечевого сустава (08.2018): отрыв передних нижних отделов суставной губы от края суставной поверхности лопатки (гленоида) — повреждение Банкарта, частичный разрыв сухожилий вращательной манжеты плеча.

Стимуляционная электронейромиография (ЭНМГ) (10.2018): значительное снижение латенции до 7,8 мс (в норме — 4,48) мс, М-ответа — до 60 %, что соответствует аксональному поражению левого подмышечного нерва со вторичной демиелинизацией (рис. 1).

Данные УЗИ левого подмышечного нерва (10.2018): нерв прослежен от своего отхождения от заднего вторичного ствола плечевого сплетения до деления на ветви. В области шейки плечевой кости, до вхождения в четырехстороннее отверстие нерв включен в грубую рубцовую ткань, деформирован и поднят к капсуле плечевого сустава. Структура нерва неоднородна, гиперэхогенна, дифференцировка на волокна сглажена (рис. 2, 3).

Нейроортопедический статус при поступлении: кожные покровы левого плечевого сустава не повреждены; контуры дефигурированы; пальпация левого плечевого сустава болезненная; тест предчувствия или устранения предчувствия вывиха — положительный; тесты на повреждение вращательной манжеты положительные; выраженная гипотрофия дельтовидной мышцы; движения в суставе болезненны, ограничены: разгибание — 0°, сгибание — 30°, отведение — 20°; парез в дельтовидной мышце — до 3 баллов; гиперестезия в дельтовидной области и по наружной поверхности плеча (область иннервации наружного кожного нерва плеча).

Таким образом, у пациента присутствует сочетание посттравматического артроза плечевого сустава с клинической картиной посттравматической нейропатии подмышечного нерва. Проводимая консервативная терапия оказалась неэффективна и ее продолжение было бесперспективно. Принято решение о выполнении симультанного оперативного вмешательства: артроскопического

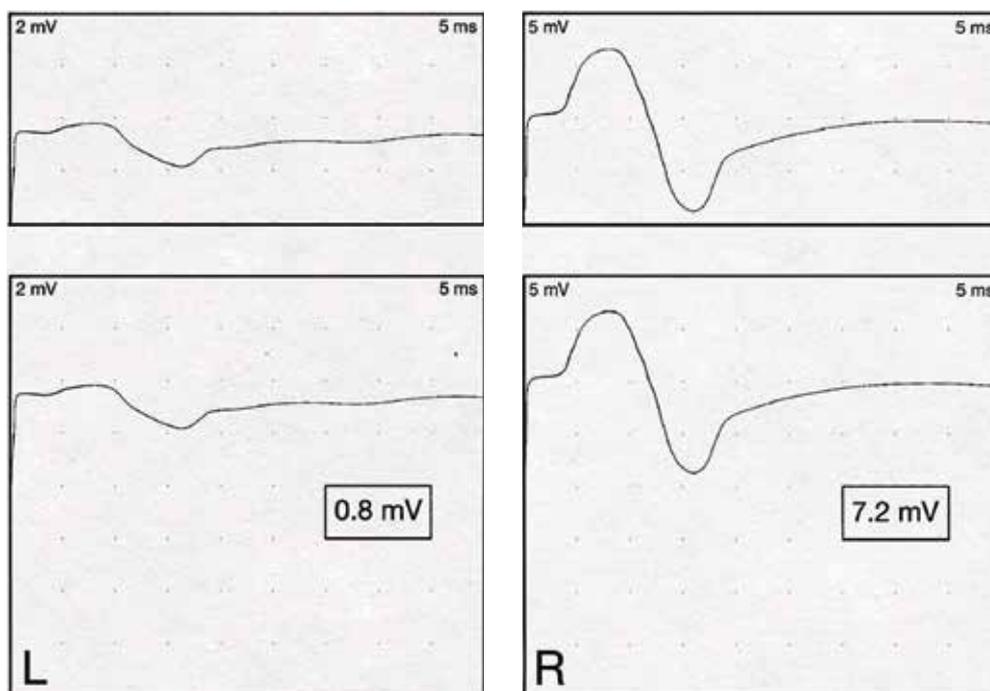


Рис. 1. Электронейромиограмма правого (R) и левого (L) подмышечных нервов. Слева (L) отмечается значительное снижение латенции до 7,8 (норма — 4,48) мс, М-ответа — до 60 %, что соответствует аксональному поражению нерва со вторичной демиелинизацией

Fig. 1. Electroneuromyography of the right (R) and left (L) axillary nerve. On the left (L), there is a significant decrease in latency to 7.8 (norm — 4.48) ms and M-response to 60 %, which corresponds to axonal nerve damage with secondary demyelination

трансклапсулярного невролиза подмышечного нерва и артроскопии плечевого сустава с его санацией.

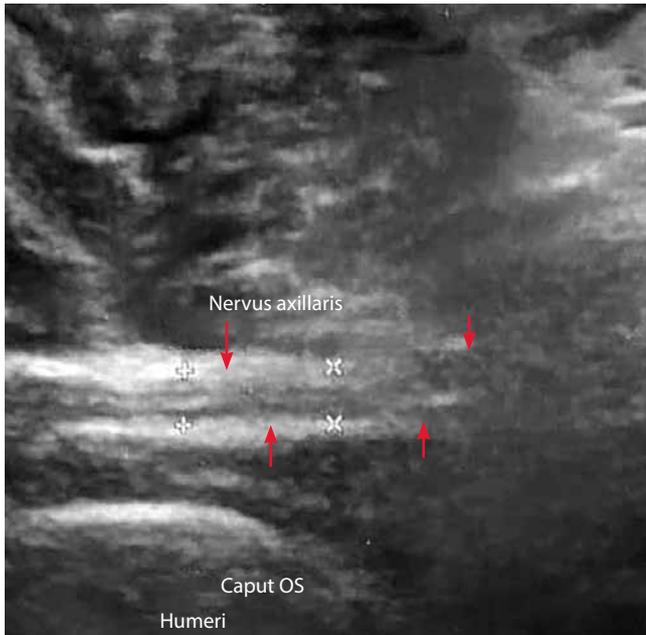


Рис. 2. Снимок УЗИ подмышечного нерва (стрелки), продольный срез. Наружная оболочка нерва утолщена, но не повреждена; внутренняя структура нерва сохранена, но ход фасцикул деформирован; признаков анатомического разрыва нерва нет

Fig. 2. Ultrasound of the axillary nerve (arrows), longitudinal section. The outer sheath of the nerve is thickened, but not damaged; the internal structure of the nerve is preserved, but the course of the fascicles is deformed; there are no signs of anatomical rupture of the nerve

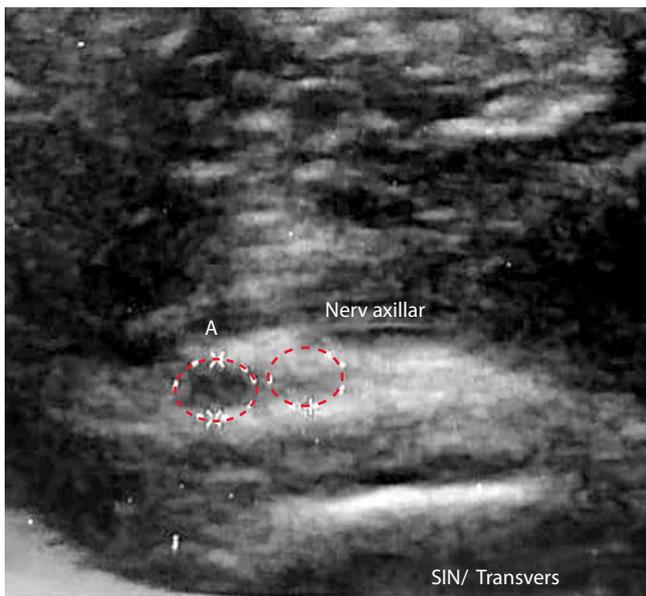


Рис. 3. Снимок УЗИ подмышечного нерва, поперечный срез. Подмышечный нерв плотно прижат к капсуле сустава, неравномерно утолщен до 3,0–3,2 (норма – 1,5) мм, площадь нерва увеличена до 0,1 (норма – 0,02) см²

Fig. 3. Ultrasound of the axillary nerve, cross section. The axillary nerve is tightly pressed against the joint capsule, unevenly thickened to 3.0–3.2 (norm – 1.5) mm, the nerve area is increased to 0.1 (norm – 0.02) cm²

Под комбинированной анестезией (проводниковая анестезия и эндотрахеальный наркоз) задним доступом оптикой 30° на водной среде выполнена артроскопия левого плечевого сустава. Через боковой и средний доступы в сустав установлены порты для рабочих инструментов (рис. 4). Выявлено: дегенеративные изменения хрящевой губы гленоида, частичное повреждение сухожилия надостной мышцы, дегенеративные изменения и теносиновит сухожилия бицепса, хондромалации головки и гленоида степени 1–2 (рис. 5). В области нижнего кармана плечевого сустава выявлен рубцовый процесс.

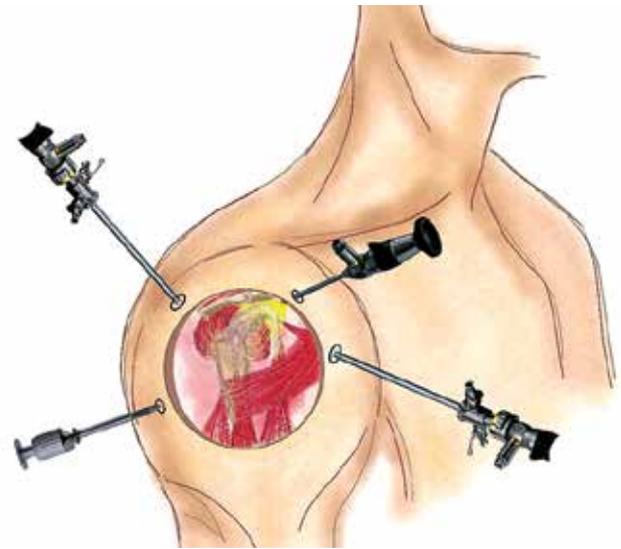


Рис. 4. Схема расположения портов при артроскопии плечевого сустава

Fig. 4. Port layout for arthroscopia of the shoulder joint

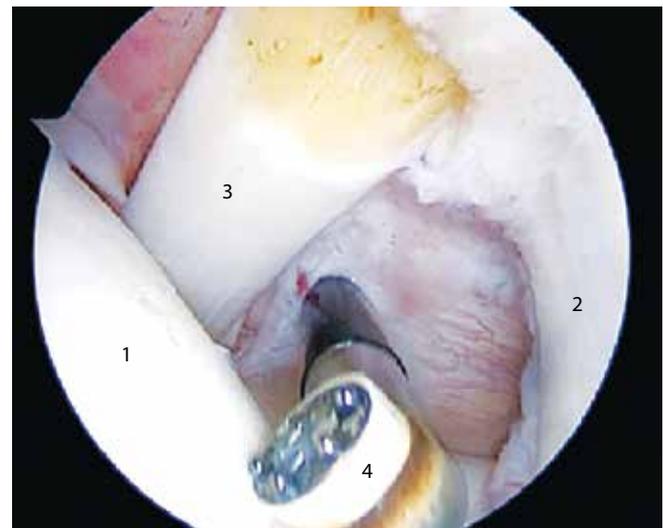


Рис. 5. Интраоперационная фотография. Признаки дегенеративного изменения сустава. Видны головка плечевой кости (1), гленоид (2), сухожилие длинной головки двуглавой мышцы плеча (3). В полость сустава введен пар (4)

Fig. 5. Intraoperative photography. Signs of degenerative joint changes. The head of the humerus (1), the glenoid (2), the tendon of the long head of the biceps of the shoulder (3). Vapor (4) was introduced into the joint cavity

Проведены удаление рубцов, иссечение нижней капсулы, поэтапное удаление рубцовых тканей шейвером и впаром (рис. 6–8), выделены подмышечный нерв и задняя огибающая плечевую кость артерия и отсепарованы от рубцов (наружный невролиз) (рис. 9–13). Далее выполнены дебридмент губы (удаление воспалительной ткани с поверхности сустава), иссечение ротаторного

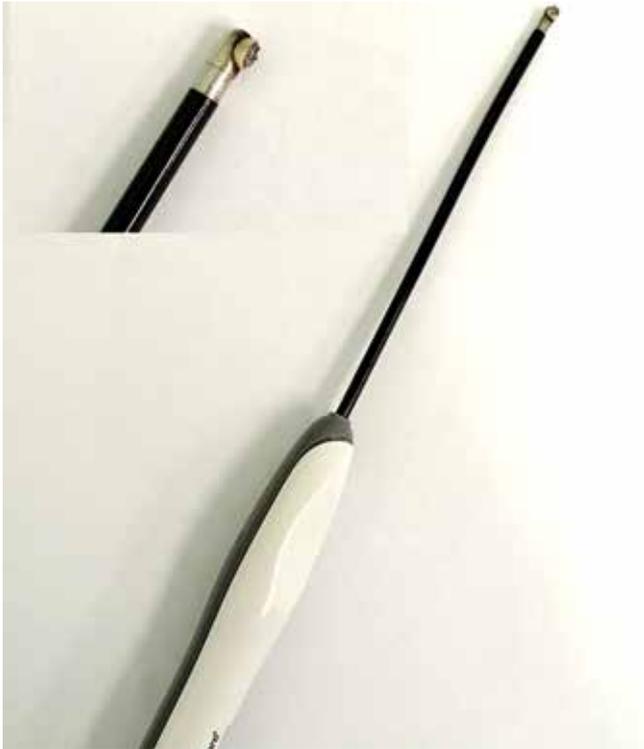


Рис. 6. Впар — инструмент для монополярной и биполярной коагуляции в водной среде

Fig. 6. Vapor is a tool for monopolar and bipolar coagulation in the aquatic environment



Рис. 7. Шейвер ротационный, предназначенный для измельчения тканей и других биологических продуктов, а также для удаления их с потоком отсасываемой жидкости при артроскопических операциях

Fig. 7. Shaver rotary is a tool designed to grind and remove shredded tissues and other biological products with a stream of suction fluid during arthroscopic operations

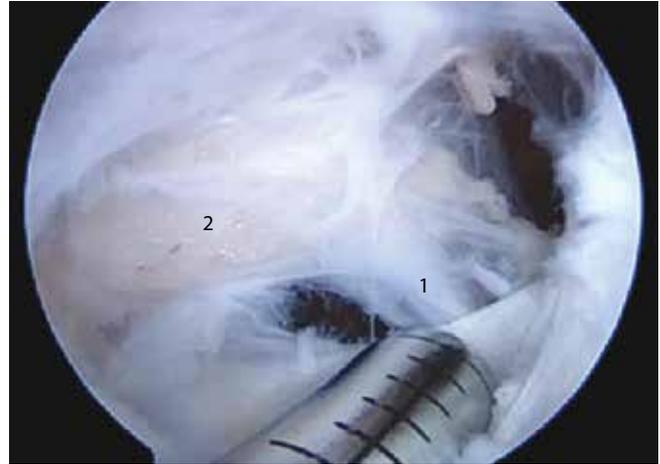


Рис. 8. Интраоперационная фотография: иссечение рубцово-измененной нижней части капсулы плечевого сустава (1); периартикулярная клетчатка (2)

Fig. 8. Intraoperative photography: excision of the scarred lower part of the capsule of the shoulder joint (1); periarticular tissue (2)

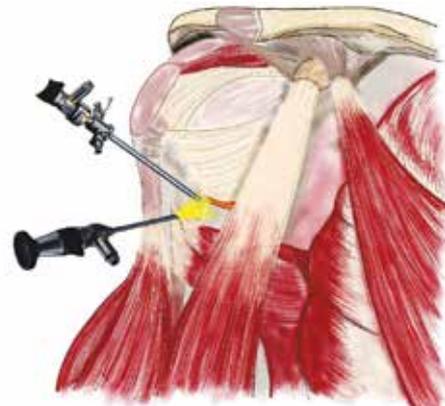


Рис. 9. Схема расположения эндоскопических инструментов при выполнении невролиза подмышечного нерва

Fig. 9. Arrangement of endoscopic instruments during axillary neurolysis



Рис. 10. Интраоперационная фотография: подмышечный нерв (1), включенный в грубую рубцовую ткань (2), отведен лопаткой книзу (3). Представлен пример использования в процессе невролиза вара (4)

Fig. 10. Intraoperative photography: the axillary nerve (1), included in the coarse scar tissue (2), is retracted with the scapula downward (3). An example of the use of vapor (4) in the process of neurolysis is presented

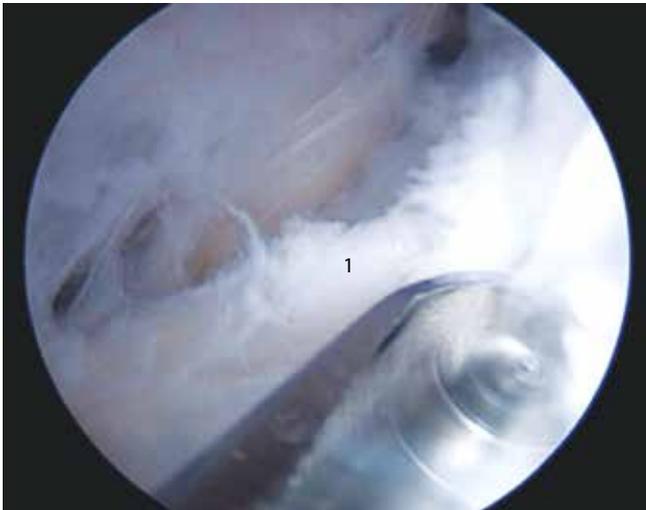


Рис. 11. Интраоперационная фотография. Пример выполнения невролиза с помощью шейвера: на заднем плане посередине виден подмышечный нерв (1) в грубой рубцовой ткани

Fig. 11. Intraoperative photograph. An example of performing neurolysis using a shaver: in the background in the middle is the axillary nerve (1) in the coarse scar tissue

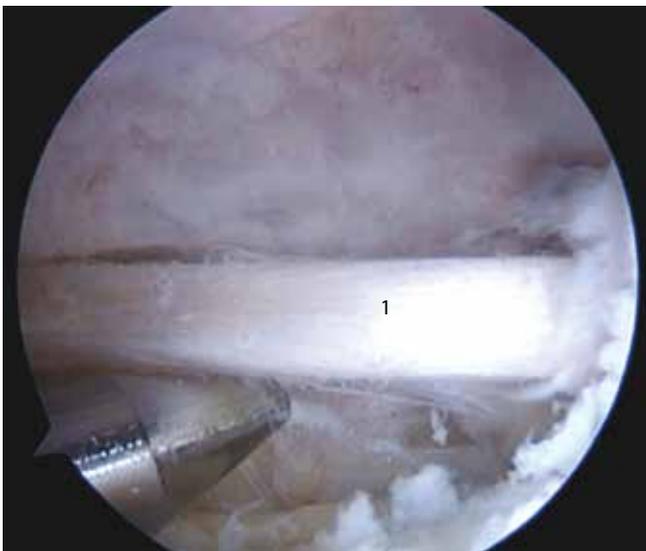


Рис. 12. Интраоперационная фотография: выполненный невролиз подмышечного нерва (1)

Fig. 12. Intraoperative photograph: performed neurolysis of the axillary nerve (1)

интервала, тенотомия бицепса. Артроскоп переведен в субакромиальное пространство, субакромиальная bursa полностью заполнена рубцово-спаечными тканями, полости нет. Проведено удаление спаечных тканей из субакромиальной бursy при помощи вапора и шейвера, выявлен участок повреждения надостной мышцы. Сформирована подакромиальная полость. Укреплены сухожилия надостной мышцы, сделана мягкотканная субакромиальная декомпрессия. Выполнены передний поддельтовидный релиз, удаление рубцов кпереди от подлопаточной мышцы. Кровопотеря минимальная. Монтированное

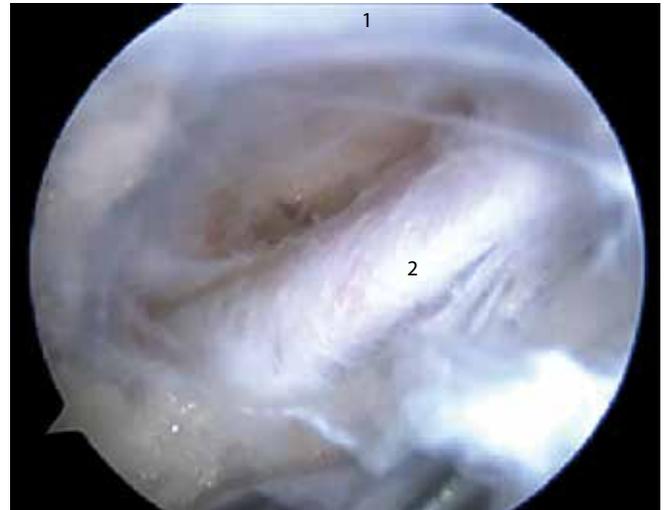


Рис. 13. Интраоперационная фотография: фрагмент эпинеурия подмышечного нерва (1); задняя огибающая плечевую кость артерия (2)

Fig. 13. Intraoperative photograph: fragment of the axillary nerve epineurium (1); the posterior envelope of the humerus artery (2)



Рис. 14. Амплитуда сгибания в плечевом суставе через 2 мес после вмешательства. Увеличение объема движений в плечевом суставе: сгибание – 60°

Fig. 14. The amplitude of flexion in the shoulder joint 2 months after the intervention. Increased range of motion in the shoulder joint: flexion of 60 degrees

видео операции можно посмотреть по ссылке: <https://www.youtube.com/watch?v=C4QIn9XIAG0&t=199s>.

Оперативное вмешательство выполнено мультидисциплинарной бригадой (травматолог и нейрохирург). Ранний послеоперационный период протекал без осложнений. Заживление ран – первичное. Амбулаторно продолжена консервативная терапия: физиолечение, лечебная физкультура, витаминно- и нейротропная терапии, электромиостимуляция дельтовидной мышцы.

При контрольном осмотре через 2 мес отмечена положительная динамика. Увеличение объема движений в плечевом суставе: разгибание — 10°, сгибание — 60°, отведение — 30° (рис. 14). Полный регресс чувствительных расстройств и визуальное увеличение объема дель-

товидной мышцы в 2 раза (рис. 15). Степень пареза — 4 балла. При стимуляционной ЭНМГ зафиксирована положительная динамика — нарастание амплитуды М-ответа.



Рис. 15. Визуальное увеличение объема дельтовидной мышцы после операции: а — до вмешательства; б — через 2 мес после операции

Fig. 15. Visual increase in the volume of the deltoid muscle after surgery: а — the photo before the intervention; б — 2 months after the operation

Таблица 1. Эффективность неврилиза подмышечного нерва

Table 1. The effectiveness of axillary neurolysis

Источник Origin	N	N (+)	% (+)	Шкала Scale
D.G. Kline, D.H. Kim, 2003 [10]	30	30	100	LSUHSC ¹ : до 2,2, после 4,0 ± 1 LSUHSC ¹ : before 2.2, after 4.0 ± 1
O. Gutkowska et al., 2017 [11]	25	20	80	—
S. Lee et al., 2011 [6]	9	9	100	LSUHSC: до 1–2, после 4,2 LSUHSC: before 1–2, after 4.2
	3	2	75	LSUHSC: до 0, после 3–4 LSUHSC: before 0, after 3–4
W. K.-W. Guerra et al., 2007 [12]	6	6	100	MRC ² : после M3/S3 и более MRC ² : after M3/S3 and more
W.A. Chen et al., 2016 [13]	4	4	100	MRC: до 1,4, после M4 и более MRC: before 1.4, after M4 and more DASH ³ : до 71, после 43 DASH ³ : before 71, after 43
Среднее значение Mean	—	—	92	
Итого Total	77	71	—	

Примечание. N — число прооперированных пациентов (открытый или эндоскопический неврилиз подмышечного нерва); N (+) — число пациентов с минимальными улучшениями или с полным восстановлением функции нерва (относительно каждой шкалы в конкретном источнике); % (+) — число пациентов с минимальными улучшениями или с полным восстановлением функции нерва (относительно каждой шкалы в конкретном источнике).

Note. N — the number of operated patients (open or endoscopic axillary neurolysis); N (+) — the number of patients with minimal improvement or complete recovery of nerve function (relative to each scale in a particular source); % (+) — the number of patients with minimal improvement or complete recovery of nerve function (relative to each scale in a particular source).

¹LSUHSC — шкала, разработанная в Центре медицинских наук, Университет штата Луизиана (0–5 пунктов как для M, так и для S).

¹LSUHSC — the scale developed at Louisiana State University Health Sciences Center (0–5 point for both M and S).

²Шкала MRC Комитета медицинских исследований Великобритании (оценка мышечной силы) (M0–M5; S0–S4).

²UK Medical Research Committee MRC grading system (muscle strength assessment). Medical Research Council Scale, MRC (M0–M5; S0–S4).

³DASH — опросник неспособности верхней конечности.

³DASH — Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand questionnaire.

или полное восстановление функции нерва после неврролиза отмечено у 92 % пациентов [6, 10–13].

Данные УЗИ и ЭНМГ пациента Ч. свидетельствовали о сохранении как анатомической целостности нерва, так и нервно-мышечного проведения по нему. Степень его повреждения можно охарактеризовать как нейропраксию или аксонотмезис легкой степени (степень 2 по Sunderland). Однако восстановление функции нерва, несмотря на длительное лечение, не наблюдалось, видимо, вследствие включения его в рубцовую ткань, а также сохранения в нервном волокне ишемии и отека. Следовательно, объем выполненного оперативного вмешательства ограничился проведением неврролиза.

Подмышечный нерв отходит от заднего пучка, который образуется слиянием задних отделов всех стволов плечевого сплетения (C5–T1). Нерв идет в направлении спереди назад в поддельтовидное пространство — зона А (рис. 16, табл. 2), проходит через четырехстороннее отверстие вместе с задней артерией и веной, огибающей плечевую кость. После пересечения сухожилия *m. subscapularis* и до выхода из четырехстороннего отверстия *for. quadrilaterum* подмышечный нерв тесно связан с капсулой плечевого сустава и хирургической шейкой плечевой кости (зона В) (см. рис. 16, см. табл. 2). Данная область несет важное интраоперационное значение и соответствует «слепой» зоне (“blind” zone): это сегмент нерва протяженностью 1–2 см, который не визуализируется с переднего и заднего доступов. После перехода на дорсальную поверхность плеча подмышечный нерв разделяется на 3 конечные ветви (зона С) (см. рис. 16, см. табл. 2). Две ветви мышечные: дельтовидная — проходит вокруг шейки плечевой кости, иннервирует переднюю и медиальную части дельтовидной мышцы; малая круглая — иннервирует малую круглую мышцу и заднюю часть дельтовидной мышцы. Чувствительная ветвь — *n. cutaneus brachii lateralis superior* — иннервирует кожу проксимальной латеральной части плеча [5, 9].

Область повреждения нерва у пациента Ч. находилась в «слепой» зоне, поэтому при выборе доступа

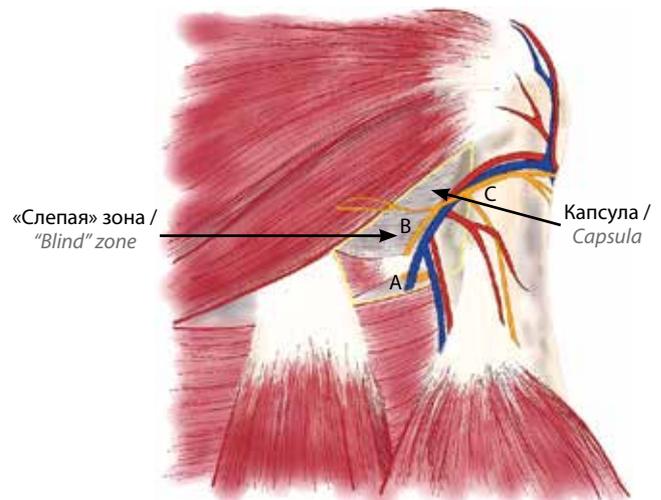


Рис. 16. Схема анатомии подмышечного нерва. Зоны доступа при неврролизе подмышечного нерва. Зоны А, В, С: см. табл. 2

Fig. 16. Diagram of the anatomy of the axillary nerve. Zones for approach for axillary nerve neurolysis. Zones A, B, C: see table 2

остановились на артроскопическом трансапсулярном: из него, помимо неврролиза, возможно выполнение санации полости сустава (симультанное оперативное вмешательство).

При планировании вмешательства проведен поиск в базах PubMed и MEDLINE (только англо- и русскоязычные журналы) по ключевым словам: артроскопическая декомпрессия подмышечного нерва, *arthroscopic axillary nerve decompression*. Сразу отметим, что публикации на русском языке не найдены.

Большинство ранних работ посвящено подробному описанию топографической артроскопической анатомии подмышечного нерва на замороженном трупном материале. Такое внимание к анатомии подмышечного нерва обусловлено высоким риском ятрогенного повреждения при артроскопии плечевого сустава [14–17].

Первые клинические результаты внедрения артроскопического неврролиза подмышечного нерва относятся к 2011 г.: P.J. Millett и соавт. привели результаты 9 операций у пациентов с хроническими болями

Таблица 2. Участки подмышечного нерва

Table 2. Sections of the axillary nerve

Зона Zone	Доступ Approach	Длина, см Length, sm	Начало Start	Конец End
А	Передний (deltopectoral) Anterior (deltopectoral)	4,6	Отхождение от заднего пучка Deviation from the posterior bundle	Сухожилие <i>m. subscapularis</i> Tendon of the <i>m. subscapularis</i>
В	«Слепая» зона “Blind” zone	1,6	Сухожилие <i>m. subscapularis</i> Tendon of the <i>m. subscapularis</i>	Четырехстороннее отверстие, <i>for. quadrilaterum</i> Quadrangular space, <i>for. quadrilaterum</i>
С	Задний (circumflex) Posterior (circumflex)	2,8	Четырехстороннее отверстие, <i>for. quadrilaterum</i> Quadrangular space, <i>for. quadrilaterum</i>	Мышечные ветви <i>m. deltoideus</i> Muscular branches of the <i>m. deltoideus</i>

в плече. Средний возраст больных составил 52 года. Все оперированные в среднем через 3 (от 1 до 8) мес сообщили о значительном уменьшении степени болевого синдрома и были довольны результатами [18].

С 2013 г. артроскопический трансапсулярный невролиз подмышечного нерва служит этапом выполнения комплексного артроскопического вмешательства на плечевом суставе (the comprehensive arthroscopic management procedure). Процедура включает, помимо невролиза, санацию плечевого сустава с иссечением рубцовых тканей и декомпрессию суставных сумок [19]. Результаты комплексного артроскопического вмешательства у 30 пациентов с остеоартритом описаны P.J. Millett и соавт. Все выполненные вмешательства обязательно включали декомпрессию подмышечного нерва. После операции у всех пациентов уменьшился болевой синдром, расширилась амплитуда движений. У некоторых больных данная оперативная процедура позволила отсрочить необходимость эндопротезирования плечевого сустава [20].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленный случай демонстрирует, что невролиз подмышечного нерва может быть качественно выполнен через артроскопический трансапсулярный доступ с хорошим восстановлением после операции. Преимущества доступа — малотравматичность, визуа-

лизация «слепой зоны» нерва (“blind” zone), возможность сочетания с одномоментным ортопедическим вмешательством на плечевом суставе.

Обязательное условие для выполнения артроскопического невролиза — анатомическое сохранение целостности нервного ствола, подтвержденное ультразвуковым и электронейромиографическим исследованиями (оптимальные сроки: 3—4 мес с момента травмы).

Опыт работы с шейвером представляет большой интерес: оказалось, что с его помощью можно проводить качественный наружный невролиз. Шейвер деликатно убирает рубцовую ткань, минимально травмируя нервное волокно. Описание использования шейвера для невролиза в литературе не обнаружено.

Артроскопический трансапсулярный невролиз подмышечного нерва, с точки зрения авторов, перспективное малоинвазивное вмешательство с возможностью выполнения симультанной операции мультидисциплинарной бригадой. В дальнейшем необходимо провести сравнение результатов операции с различным доступом — артроскопическим и открытым. Для повышения качества вмешательства желательно провести разработку и использовать электроды для интраоперационного нейрофизиологического мониторинга с возможностью применения в водной среде и стимуляции нерва через эндоскопический порт.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Atef A., El-Tantawy A., Gad H., Hefeda M. Prevalence of associated injuries after anterior shoulder dislocation: a prospective study. *Int Orthop* 2016;40(3):519–24. DOI: 10.1007/s00264-015-2862-z.
2. Visser C.P., Coene L.N., Brand R., Tavy D.L. The incidence of nerve injury in anterior dislocation of the shoulder and its influence on functional recovery. A prospective clinical and EMG study. *J Bone Joint Surg Br* 1999;81(4):679–85. DOI: 10.1302/0301-620x.81b4.9005.
3. te Slaa R.L., Wijffels M.P., Brand R., Marti R.K. The prognosis following acute primary glenohumeral dislocation. *J Bone Joint Surg Br* 2004;86(1):58–64.
4. Avis D., Power D. Axillary nerve injury associated with glenohumeral dislocation: A review and algorithm for management. *EFORT Open Rev* 2018;26;3(3):70–7. DOI: 10.1302/2058-5241.3.170003.
5. Maldonado A.A., Howe B.M., Lawton R. et al. Anatomical Study of the Axillary Nerve: Description of a Surgical Blind Zone. *Plast Reconstr Surg* 2016;138(2):419–26. DOI: 10.1097/PRS.0000000000002398.
6. Lee S., Saetia K., Saha S. et al. Axillary nerve injury associated with sports. *Neurosurg Focus* 2011;31(5):E10. DOI: 10.3171/2011.8.FOCUS11183.
7. Mackinnon S.E. *Nerve Surgery*. 1st ed. New York: Thieme, 2016. 624 p.
8. Григорович К.А. Хирургия нервов. Л.: Медицина, 1969. 447 с. [Grigorovich K.A. *Nerve surgery*. Leningrad: Meditsina, 1969. 447 p. (In Russ.).]
9. Maldonado A.A., Spinner R.J., Bishop A.T. et al. Effectiveness of the extended surgical approach to visualize the axillary nerve in the blind zone in an arthroscopic axillary nerve injury model. *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 2016;69(12):1697–1703. DOI: 10.1016/j.bjps.2016.09.016.
10. Kline D.G., Kim D.H. Axillary nerve repair in 99 patients with 101 stretch injuries. *J Neurosurg* 2003;99(4):630–6. DOI: 10.3171/jns.2003.99.4.0630.
11. Gutkowska O., Martynkiewicz J., Mizia S. et al. Results of operative treatment of brachial plexus injury resulting from shoulder dislocation: A study with a long-term follow-up. *World Neurosurg* 2017;105:623–31. DOI: 10.1016/j.wneu.2017.06.059.
12. Guerra W.K.-W., Baldauf J., Schroeder H.W. Long-term results after microsurgical repair of traumatic nerve lesions of the upper extremities. *Zentralbl Neurochir* 2007;68(4):195–9. DOI: 10.1055/s-2007-985859.
13. Chen W.A., Schippert D.W., Daws S.B. et al. Surgical Algorithm and Results of Isolated Traumatic Axillary Nerve Injuries. *J Reconstr Microsurg* 2016;32(3):208–14. DOI: 10.1055/s-0035-1565250.
14. Yoo J.C., Kim J.H., Ahn J.H., Lee S.H. Arthroscopic perspective of the axillary nerve in relation to the glenoid and arm position: A cadaveric study. *Arthroscopy* 2007;23(12):1271–7. DOI: 10.1016/j.arthro.2007.07.011.
15. Uno A., Bain G.I., Mehta J.A. Arthroscopic relationship of the axillary nerve to the shoulder joint capsule: An anatomic study. *J Shoulder Elbow Surg* 1999;8(3):226–30. DOI: 10.1016/s1058-2746(99)90133-7.
16. Apaydin N., Tubbs R.S., Loukas M., Duparc F. Review of the surgical anatomy of the axillary nerve and the anatomic basis of its iatrogenic and traumatic injury. *Surg Radiol Anat* 2010;32(3):193–201. DOI: 10.1007/s00276-009-0594-8.
17. Hawi N., Reinhold A., Suero E.M. et al. The anatomic basis for the arthroscopic Latarjet procedure: A cadaveric study. *Am*

- J Sports Med 2016;44(2):497–503.
DOI: 10.1177/0363546515614320.
18. Millett P.J., Gaskill T.R. Arthroscopic trans-capsular axillary nerve decompression: Indication and surgical technique. *Arthroscopy* 2011;27(10):1444–8.
DOI: 10.1016/j.arthro.2011.05.003.
19. Mook W.R., Petri M., Greenspoon J.A., Millett P.J. The comprehensive arthroscopic management procedure for treatment of glenohumeral osteoarthritis. *Arthrosc Tech* 2015;4(5):e435–41.
DOI: 10.1016/j.eats.2015.04.003.
20. Millett P.J., Horan M.P., Pennock A.T., Rios D. Comprehensive Arthroscopic Management (CAM) procedure: Clinical results of a joint-preserving arthroscopic treatment for young, active patients with advanced shoulder osteoarthritis. *Arthroscopy* 2013;29(3):440–8.
DOI: 10.1016/j.arthro.2012.10.028.

Вклад авторов:

Д.Л. Пасхин: выполнение операции, сбор и анализ данных, литературный обзор, написание статьи;
 Е.А. Беляк: выполнение операции, сбор и анализ данных, написание статьи;
 С.А. Асратян: разработка концепции и дизайна исследования, научное редактирование статьи;
 Н.В. Загородний: научное редактирование текста статьи;
 Ф.Л. Лазко: разработка концепции и дизайна исследования, научное редактирование статьи;
 А.П. Призов: разработка концепции и дизайна исследования, научное редактирование статьи;
 С.Н. Шурыгин: научное редактирование статьи;
 К.В. Маршал: обработка данных, написание статьи

Authors' contributions

D.L. Paskhin: operation, data collection and analysis, literature review, article writing;
 E.A. Belyak: operation, data collection and analysis, article writing;
 S.A. Asratyan: research idea and design of the study, scientific editing of the article;
 N.V. Zagorodniy: scientific editing of the article;
 F.L. Lazko: research idea and design of the study, scientific editing of the article;
 A.P. Prizov: research idea and design of the study, scientific editing of the article;
 S.N. Shurygin: scientific editing of the article;
 K.V. Marshal: data analysis, article writing.

ORCID авторов / ORCID of authors

Д.Л. Пасхин / D.L. Paskhin: <https://orcid.org/0000-0003-3915-7796>
 Е.А. Беляк / E.A. Belyak: <https://orcid.org/0000-0002-2542-8308>
 С.А. Асратян / S.A. Asratyan: <https://orcid.org/0000-0001-8472-4249>
 Ф.Л. Лазко / F.L. Lazko: <https://orcid.org/0000-0001-5292-7930>
 А.П. Призов / A.P. Prizov: <https://orcid.org/0000-0003-3092-9753>
 С.Н. Шурыгин / S.N. Shurygin: <https://orcid.org/0000-0001-5867-5519>
 К.В. Маршал / K.V. Marshal: <https://orcid.org/0000-0002-8966-0499>

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.
Financing. The study was performed without external funding.

Соблюдение прав пациентов и правил биоэтики. Протокол исследования одобрен комитетом по биомедицинской этике.
Compliance with patient rights and principles of bioethics. The study protocol was approved by the biomedical ethics committee.

Статья поступила: 02.04.2020. **Принята к публикации:** 26.10.2021.
Article submitted: 02.04.2020. **Accepted for publication:** 26.10.2021.

DOI: 10.17650/1683-3295-2021-24-1-79-82



РЕДКОЕ КЛИНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ: МНОЖЕСТВЕННЫЕ ПСЕВДОАНЕВРИЗМЫ ВНУТРЕННЕЙ СОННОЙ АРТЕРИИ И ИПСИЛАТЕРАЛЬНАЯ КАРОТИДНО-КАВЕРНОЗНАЯ ФИСТУЛА, РАЗВИВШИЕСЯ В РЕЗУЛЬТАТЕ ТРАВМЫ ГОЛОВЫ

I. Bishnoi¹, A. Jagetia², P. Kumar², D. Sachdeva²¹Maharaja Agrasen Medical College; Agroha 125047, Haryana, India;²Govind Ballabh Pant Hospital; 1 Jawaharlal Nehru Marg, 64 Khamba, Raj Ghat, New Delhi, Delhi 110002, India**Контакты:** Anita Jagetia anitajagetia@gmail.com

Каротидно-кавернозные соустья обычно развиваются в результате травмы головы. Они могут быть ассоциированы с аневризмами, чаще всего с внутрикавернозной аневризмой внутренней сонной артерии, реже – с аневризмами иной локализации. Лечение таких фистул осложняется при наличии аневризмы. В подобных случаях эти дефекты могут быть устранены с помощью эндоваскулярного койлинга со стентированием или без него. Лечение еще более усложняется, если аневризма и каротидно-кавернозные фистулы находятся в шейном сегменте внутренней сонной артерии. При такой локализации решение о том, что оперировать в первую очередь, принимается лечащим врачом. В данной статье приводится описание одного из редчайших случаев посттравматических псевдоаневризм шейного сегмента внутренней сонной артерии в сочетании с каротидно-кавернозной фистулой после тупой травмы головы и шеи, а также рассматриваются возможные стратегии лечения.

Ключевые слова: псевдоаневризма, каротидно-кавернозная фистула, койлинг

Для цитирования: Bishnoi I., Jagetia A., Kumar P., Sachdeva D. Редкое клиническое наблюдение: множественные псевдоаневризмы внутренней сонной артерии и ипсилатеральная каротидно-кавернозная фистула, развившиеся в результате травмы головы. Нейрохирургия 2022;24(1):79–82. (На англ.). DOI: 10.17650/1683-3295-2022-24-1-79-82.

A rare case report of trauma manifesting as multiple pseudoaneurysms of internal carotid artery and ipsilateral carotid cavernous fistula

I. Bishnoi¹, A. Jagetia², P. Kumar², D. Sachdeva²¹Maharaja Agrasen Medical College; Agroha 125047, Haryana, India;²Govind Ballabh Pant Hospital; 1 Jawaharlal Nehru Marg, 64 Khamba, Raj Ghat, New Delhi, Delhi 110002, India**Contacts:** Anita Jagetia anitajagetia@gmail.com

Carotid cavernous fistula is commonly caused by head trauma. Carotid cavernous fistula may be associated with intracavernous aneurysm of internal carotid artery, but occurrence of aneurysm at other site is rare. Management becomes complicated when carotid cavernous fistula is associated with aneurysm. Carotid cavernous fistula and aneurysm are managed by endovascular coiling with or without stenting. The management is more complicated if aneurysm is in cervical internal carotid artery along with carotid cavernous fistula. The decision to first obliterate what varies according to patient and doctor. We are reporting one of the rarest case of post-traumatic cervical internal carotid artery pseudoaneurysms with carotid cavernous fistula following blunt head-neck injury and evidence based management strategies in such cases.

Key words: pseudoaneurysm, carotid cavernous fistula, coiling

For citation: Bishnoi I., Jagetia A., Kumar P., Sachdeva D. A rare case report of trauma manifesting as multiple pseudoaneurysms of internal carotid artery and ipsilateral carotid cavernous fistula. *Neyrokhirurgiya = Russian Journal of Neurosurgery* 2022;24(1):79–82. DOI: 10.17650/1683-3295-2022-24-1-79-82.

INTRODUCTION

Traumatic carotid cavernous fistula (CCF) is a common cerebrovascular injury requiring endovascular treatment, but its co-existence with traumatic cerebral pseudo-aneurysms of the cervical internal carotid artery (ICA) is rare [1]. Traumatic CCF is usually detected early due to its symptomatic presentation contrary to asymptomatic presentation of medium and small sized pseudo-aneurysms of cervical ICA [2]. Carotid cavernous fistula can cause pulsatile proptosis, chemosis, conjunctival congestion, vision loss and/or ophthalmoplegia.

Internal carotid artery dissection or pseudoaneurysm commonly occurs at petrous or cavernous segment [3]. Dissection in cervical ICA is rare due to long mobile arterial segment, which can compensate traumatic force. Less than twenty cases of a CCF with coexistence of ICA aneurysm have been reported [3]. We are reporting about management of a unique case of post-traumatic CCF along with two pseudo-aneurysms of cervical ICA and discuss review of literature.

Case report. A 26-years old man who had past history of evacuation of left side acute subdural hematoma with frontal lobe contusion following motor vehicle accident 6 months ago, presented with complaints of chemosis, proptosis and decreased vision in left eye. He had audible bruit over the left eye with visual acuity of 6/9 in the same eye with no other cranial nerve palsy (fig. 1).

Computed tomography (CT) orbit brain showed fracture of medial and lateral walls of left orbit. Digital subtraction angiography (DSA) and CT angiography of six vessels showed left sided Barrow's Type A – CCF (fig. 2a–b), fistulous communication between inferior wall of cavernous ICA and anterior part of cavernous sinus, and two pseudo-aneurysms arising from left cervical ICA.

The proximal was smaller and distal was larger (size 1.35×1.58 cm) (fig. 3a–c). The flow in ICA, distal to fistula, was severely impaired and showing no filling. There was sufficient cross flow from opposite ICA. After informed consent, patient underwent treatment of CCF prior to management of pseudoaneurysms. Transarterial route was taken



Fig. 1. Left proptosis, conjunctival edema (arrow head), congestion (a); almost complete recovery in same eye after coiling of carotid cavernous fistula (b)

Рис. 1. Проптоз слева, отек конъюнктивы (стрелка) и гиперемия (a); практически полное восстановление после койлинга каротидно-кавернозной фистулы (b)

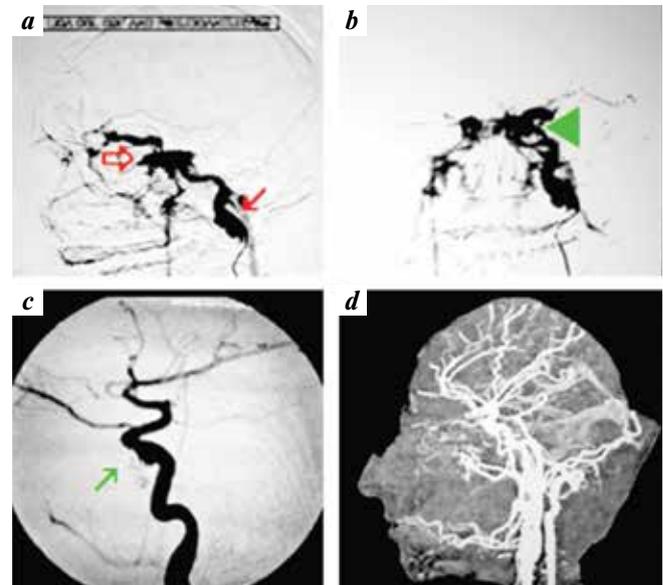


Fig. 2. Depicting DSA lateral view showing two pseudoaneurysms (arrows) arising from cervical internal carotid artery, carotid cavernous fistula (a); depicting DSA AP view showing carotid cavernous fistula (arrow head) with bilateral cavernous sinus filling (b); depicting DSA lateral view of internal carotid artery following carotid cavernous fistula coiling and pseudo-aneurysm stenting (oblique arrow), showing distal flow in branches (c); depicting CT angiography lateral view after complete treatment, showing complete recovery (d)

Рис. 2. Цифровая субтракционная ангиография — боковая проекция: две псевдоаневризмы (стрелки) и каротидно-кавернозная фистула в шейном отделе внутренней сонной артерии (a); фронтальная проекция: каротидно-кавернозная фистула (стрелка) с заполнением кавернозного синуса с обеих сторон (b); боковая проекция: внутренняя сонная артерия после койлинга каротидно-кавернозной фистулы и стентирования псевдоаневризм (стрелка), виден поток в дистальных ветвях (c); боковая проекция: полное восстановление после курса лечения (d)

through right femoral artery and the fistulous communication was obliterated using coils. Complete obliteration was confirmed on postoperative DSA (fig. 2c) and CT angiography (fig. 2d).

During follow up period of 3 months, patient was not given any anticoagulants. After 3 months following CCF treatment, repeat DSA was done to assess the stability of fistulous closure and status of pseudo-aneurysms. It showed stable closure of fistula and same sized pseudo-aneurysms. Patient was put on clopidogrel (75 mg) and aspirin (150 mg) one week before treatment of pseudo-aneurysms. A covered carotid stent (Abbot™) of size 8×70 mm was deployed in cervical ICA obliterating both pseudoaneurysms. Postoperative DSA showed complete obliteration of both pseudo-aneurysms and CCF (fig. 3d).

Patient was discharged on 2nd day after full recovery. His eye symptoms subsided completely. He was followed up after 3, 6, 12 and 24 months, patient had no signs of recurrence of CCF (fig. 1b).

DISCUSSION

Vascular injuries occur in 25 % of carefully screened patients with head, face and neck trauma [4, 5]. Incidence

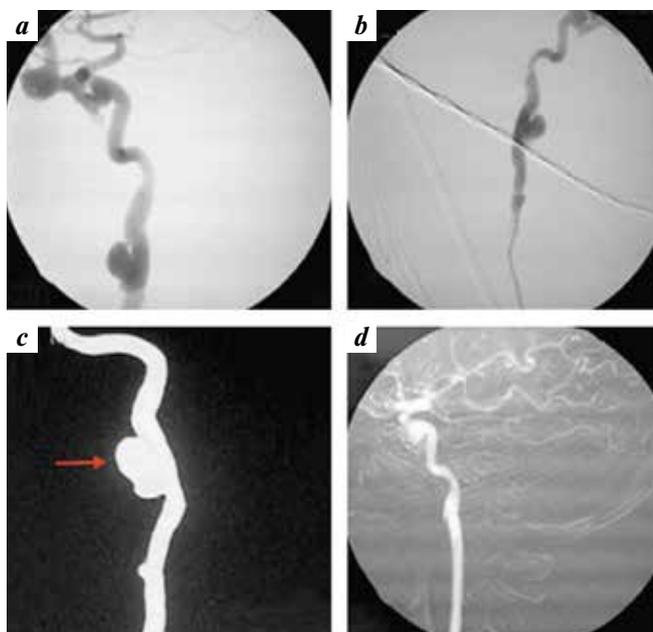


Fig. 3. *Depicting DSA lateral, oblique lateral views (a, b, c) showing internal carotid artery pseudoaneurysms (arrow – c); depicting CT angiography post stenting, showing complete disappearance of pseudoaneurysms (d)*

Рис. 3. *Цифровая субтракционная ангиография – боковая и косая боковая проекции (a, b, c): псевдоаневризмы внутренней сонной артерии (стрелка на рис. c); компьютерная ангиография после стентирования: полное удаление псевдоаневризм (d)*

of traumatic intracranial aneurysms is rare and accounts for less than 1 % of intracranial aneurysms [6, 7].

The concomitant appearance of traumatic ICA pseudoaneurysms with CCF following head injury is very rare and no case of such triple pathology has been reported in searched literature. This kind of injury perhaps must have happened following sudden severe movement of neck and head. Rapid acceleration and deceleration of neck against bony structures of the neck must have caused pseudo-aneurysms of cervical ICA as is mentioned in the previous similar kinds of report [8, 9]. The case reports have mostly mentioned about pseudoaneurysm formation in cavernous ICA segment. In cervical ICA, pseudoaneurysm formation is uncommon by blunt force.

As cervical ICA pseudoaneurysm is uncommon, there are high chances of missing it on routine CT angiography. Missed diagnoses of cervical pseudo-aneurysms may result in life-threatening haemorrhage and (or) present as pulsatile swelling [9].

The different angiographic features of traumatic pseudoaneurysms, which are also considered dangerous, are an irregular shape, delayed filling and emptying of the sac, an orifice which is not located at the common arterial branching points and (or) no visible neck [9].

Cervical ICA pseudoaneurysm is mostly managed by stenting, rarely coil, nactacryl or Onyx-HD embolization due to fragile wall [2, 8, 10–12]. Traditionally aneurysms are given priority over fistulous closure even if they are clinically silent. However in our case, contrary to managing aneurysms first, CCF was managed first. The rationale behind this was that – the wall of the aneurysms was not irregular so they were not considered impending aneurysms to bleed. Secondly the treatment planned for aneurysms was to place a covered stent without coils which was considered safe too because there is no branch in cervical region of ICA. However this would be requiring anticoagulants postoperative which might interfere in thrombosis of fistula added by coiling. Fuse et al. have reported a resembling case scenario in which they operated traumatic CCF first by endovascular coiling followed by contralateral clinoidal ICA aneurysm by trapping [2]. The reason was that, CCF occlusion first confirmed patency of ipsilateral ICA and then trapping of contralateral ICA aneurysm was done so that cross flow from ipsilateral ICA maintained distal flow on contralateral side [2]. The reverse option i. e. aneurysm treatment first with stent and keeping the patient on anticoagulants followed by fistulous closure by coils could have resulted in unstable thrombosis of fistula due to anticoagulants. It was perhaps planned correctly as the fistulous closure was permanent before treating aneurysms by covering them with stent. This did not result in recurrence of fistula in follow up.

CONCLUSION

While doing digital subtraction angiography, pseudoaneurysms were never anticipated in the cervical internal carotid artery and this could have resulted in inadvertent injury to aneurysms. Therefore any case of head injury presenting with some known vascular injury, should be subjected to doppler study of neck vessels before doing any invasive procedure. It is an economic and reliable test. Endovascular management of traumatic vascular injury is the least invasive and effective method. Sometimes fistulous closure is given priority over aneurysm closure considering the risk and benefit of the available modes of treatment.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Tucci J.M., Maitland C.G., Pcsolyar D.W. et al. Carotid-cavernous fistula due to traumatic dissection of the extracranial internal carotid artery. *AJNR* 1984;5(6):828–9.
2. Fuse A., Yokota H., Kominami S., Yamamoto Y. Traumatic cerebral aneurysm associated with a contralateral traumatic carotid cavernous fistula. A case report. *Interv Neuroradiol* 2007;13(3):287–93. DOI: 10.1177/159101990701300309.
3. Teal J.S., Bergeron R.T., Rumbaugh C.L., Segall H.D. Aneurysms of the petrous or cavernous portions of the internal carotid artery associated with non-penetrating head trauma. *J Neurosurg* 1973;38(5):568–74. DOI: 10.3171/jns.1973.38.5.0568.
4. Bromberg W.J., Collier B.C., Diebel L.N. et al. Blunt cerebrovascular injury practice management guidelines: the Eastern Association for the Surgery of Trauma. *J Trauma* 2010;68(2):471–7. DOI: 10.1097/TA.0b013e3181cb43da.
5. Pozzati E., Gaist G., Servadei F. Traumatic aneurysms of the supraclinoid internal carotid artery. *J Neurosurg* 1982;57(3):418–22. DOI: 10.3171/jns.1982.57.3.0418.
6. Salzman M., Botero E., Bellis E. Giant posttraumatic aneurysm of the intracranial carotid artery: Evolution and regression documented by computed tomography. *Neurosurgery* 1985;16(2): 218–21. DOI:10.1227/00006123-198502000-00016.
7. Redekop G.J. Extracranial carotid and vertebral artery dissection: A review. *Can J Neurol Sci* 2008;35(2):146–52. DOI: 10.1017/s0317167100008556.
8. Kraus R.R., Bergstein J.M., DeBord J.R. Diagnosis, treatment, and outcome of blunt carotid arterial injuries. *Am J Surg* 1999;178(3):190–3. DOI: 10.1016/s0002-9610(99)00157-9.
9. Ohta H., Natarajan S.K., Hauck E.F. et al. Endovascular stent therapy for extracranial and intracranial carotid artery dissection: Single-center experience. *J Neurosurg* 2011;115(1):91–100. DOI: 10.3171/2011.1.JNS091806.
10. Jagetia A., Sharma D., Singh D. et al. Endovascular occlusion of cervical internal carotid artery pseudoaneurysm in a child treated by N-butyl cyanoacrylate: A rare case report. *Pediatr Neurosurg* 2015;50(3):168–72. DOI: 10.1159/000381861.
11. Berne J.D., Reuland K.R., Villarreal D.H. et al. Internal carotid artery stenting for blunt carotid artery injuries with an associated pseudoaneurysm. *J Trauma* 2008;64(2):398–405. DOI: 10.1097/TA.0b013e31815eb788.
12. Coldwell D.M., Novak Z., Ryu R.K. et al. Treatment of posttraumatic internal carotid arterial pseudoaneurysms with endovascular stents. *J Trauma* 2000;48(3):470–2. DOI: 10.1097/00005373-200003000-00016.

Вклад авторов

I. Bishnoi: разработка концепции и дизайна исследования, научное редактирование статьи;
 A. Jagetia: сбор и обработка материала, написание статьи;
 P. Kumar: сбор и обработка материала, написание статьи;
 D. Sachdeva: сбор и обработка материала, написание статьи.

Authors' contributions

I. Bishnoi: research idea and design, scientific editing of the article;
 A. Jagetia: obtaining data for analysis, article writing;
 P. Kumar: obtaining data for analysis, article writing;
 D. Sachdeva: obtaining data for analysis, article writing.

ORCID авторов / ORCID of authors

I. Bishnoi: <https://orcid.org/0000-0001-8604-2444>

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Financing. The study was performed without external funding.

Соблюдение прав пациентов и правил биоэтики

Протокол исследования одобрен комитетом по биомедицинской этике. Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании и публикацию своих данных.

Compliance with patient rights and principles of bioethics

The study protocol was approved by the biomedical ethics committee. All patients gave written informed consent to participate in the study and to the publication of their data.

Статья поступила: 07.09.2020. Принята к публикации: 26.10.2021.

Article submitted: 07.09.2020. Accepted for publication: 26.10.2021.

ТЕХНОЛОГИЯ УСКОРЕННОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ ERAS В СПИНАЛЬНОЙ НЕЙРОХИРУРГИИ: СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

А.П. Сайфуллин^{1,2,3}, А.Я. Алейник¹, А.Е. Боков¹, Ю.А. Израелян¹, С.Г. Млявях¹

¹ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России; Россия, 603005 Нижний Новгород, пл. Минина и Пожарского, 10/1;

²ГБУЗ Нижегородской области «Нижегородская областная клиническая больница им. Н.А. Семашко»; Россия, 603126 Нижний Новгород, ул. Родионова, 190;

³ГБУЗ Нижегородской области «Нижегородская областная детская клиническая больница»; Россия, 603136 Нижний Новгород, ул. Ванеева, 211

Контакты: Александр Петрович Сайфуллин sayfullin-a.p@mail.ru

Введение. В последние годы активно развивается и внедряется в клиническую практику во многих направлениях хирургии в странах Европы и США технология ускоренного восстановления после операции ERAS, или Fast-track. Однако до сих пор ERAS® Society не утвердило единый протокол в спинальной нейрохирургии, а большая часть публикаций по теме появилась только в последние несколько лет.

Цель исследования – представить систематический обзор литературы для определения ключевых элементов программы ERAS и эффекта от их применения, а также влияния на осложнения в следующих разделах спинальной нейрохирургии: деформации, травма, дегенеративные, инфекционные и опухолевые заболевания.

Материалы и методы. Авторы проанализировали и систематически изучили всю опубликованную литературу по ERAS в хирургии позвоночника и спинного мозга до 10 октября 2020 г. с использованием основных баз данных медицинской литературы и поисковых ресурсов PubMed и eLibrary согласно критериям включения и исключения PICOS, а также рекомендациям протокола для написания систематических обзоров и метаанализов PRISMA.

Результаты. Проанализировано 13 статей, рассматривающих применение технологии ERAS в хирургии деформаций ($n = 3$), дегенеративных ($n = 8$) и опухолевых ($n = 2$) поражений позвоночника. Уровень доказательности исследования – 2а. Публикации содержат информацию о лечении 2777 пациентов, средний возраст которых составил 50,5 года (от 14,0 до 72,4 года). Протокол ERAS реализован в клиниках США (46 %), Китая (30 %), Франции (8 %), России (8 %) и Великобритании (8 %).

Среднее число ключевых элементов программы ERAS составило 13,7 (от 5 до 24). Наиболее популярные: предоперационное консультирование и обучение пациентов, минимально инвазивная хирургия, мультимодальная анальгезия, ранняя мобилизация и энтеральная нагрузка, а также активное динамическое наблюдение и уход.

Внедрение протокола ERAS в хирургию позвоночника позволило по сравнению с группой контроля снизить сроки госпитализации на 1,8 дня (от 0,17 до 3,2 сут), стоимость лечения на 1 тыс. 443,75 долл. (от 146 до 3 тыс. 444 долл.), выраженность болевого синдрома и использование опиоидов в 38 % случаев, потребление противорвотных средств после операции, а также время операции и кровопотери на 29 мин и 188 мл соответственно. Для ERAS-групп более характерны сердечно-сосудистые и респираторные осложнения, а для групп контроля – мочевые, инфекционные, тромбозмембранные осложнения и ликворея. В целом отмечается снижение общего числа осложнений на 8,5 % (от 2,3 до 9,6 %).

Выводы. Технология ускоренного восстановления после операции ERAS – многообещающая технология для улучшения качества оказания помощи пациентам в спинальной хирургии.

Ключевые слова: технологии ускоренного восстановления после операции ERAS, хирургия быстрого пути fast track, спинальная нейрохирургия, хирургия позвоночника, систематический обзор

Для цитирования: Сайфуллин А.П., Алейник А.Я., Боков А.Е. и др. Технология ускоренного восстановления ERAS в спинальной нейрохирургии: систематический обзор литературы. Нейрохирургия 2022;24(1):83–100. DOI: 10.17650/1683-3295-2022-24-1-83-100.

Enhanced recovery after surgery (ERAS) in spine surgery: A systematic review

A.P. Sayfullin^{1,2,3}, A.Ya. Aleynik¹, A.E. Bokov¹, Yu.A. Israelyan¹, S.G. Mlyavykh¹

¹Privolzhsky Research Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation; 10/1 Minin and Pozharsky Sq., Nizhny Novgorod 603005, Russia;

²N. A. Semashko Nizhny Novgorod Regional Clinical Hospital; 190 Rodionova St., Nizhny Novgorod 603126, Russia;

³Nizhny Novgorod Regional Children's Clinical Hospital; 211 Vaneeva St., Nizhny Novgorod 603136, Russia

Contacts: Aleksandr Petrovich Sayfullin sayfullin-a.p@mail.ru

Introduction. In recent years, Enhanced recovery after surgery (ERAS), or Fast-track, has been actively developed and introduced into clinical practice in many industry of surgery in Europe and the USA. However, the ERAS® Society has not yet approved a unified protocol in spinal neurosurgery, and most of the publications on the topic have appeared only in the last few years.

The purpose of the study is to present a systematic review of the literature to identify the key elements of the ERAS program and the effect of their use, as well as the impact on complications in the following areas of spinal neurosurgery: deformities, trauma, degenerative, infectious and oncology diseases.

Materials and methods. The authors analyzed and systematically reviewed all published literature on ERAS in spine and spinal cord surgery up to October 10, 2020 using the main databases of medical literature and search resources PubMed and eLibrary according to the PICOS inclusion and exclusion criteria, as well as the recommendations of the protocol for writing systematic reviews. and PRISMA meta-analyses.

Results. We analyzed 13 articles considering the use of ERAS technology in surgery for deformities ($n = 3$), degenerative ($n = 8$) and tumor ($n = 2$) lesions of the spine. The level of evidence of the study is 2a. The publications contain information on the treatment of 2,777 patients, whose average age was 50.5 years (from 14.0 to 72.4 years). The ERAS protocol has been implemented in clinics in the USA (46 %), China (30 %), France (8 %), Russia (8 %) and Great Britain (8 %).

The average number of key elements of the ERAS program was 13.7 (range 5 to 24). The most popular are: preoperative patient counseling and education, minimally invasive surgery, multimodal analgesia, early mobilization and enteral loading, as well as active follow-up and care.

The introduction of the ERAS protocol in spinal surgery made it possible, compared with the control group, to reduce the duration of hospitalization by 1.8 days (from 0.17 to 3.2 days), the cost of treatment by \$ 1,443.75 (from 146 to \$ 3,444), the severity of pain syndrome and the use of opioids in 38 % of cases, the consumption of antiemetics after surgery, as well as the time of surgery and blood loss at 29 minutes and 188 ml, respectively. For ERAS-groups, cardiovascular and respiratory complications are more typical, and for control groups – urinary, infectious, thromboembolic complications and liquorrhea. In general, there is a decrease in the total number of complications by 8.5 % (from 2.3 to 9.6 %).

Conclusions. Enhanced recovery after surgery is a promising technology for improving the quality of care for patients in spine surgery.

Key words: enhanced recovery after surgery, ERAS, fast track surgical pathways, spine surgery, neurosurgery, systematic review

For citation: Sayfullin A.P., Aleynik A.Ya., Bokov A.E. et al. Enhanced recovery after surgery (ERAS) in spine surgery: A systematic review. *Neyrokhirurgiya = Russian Journal of Neurosurgery* 2022;24(1):83–100. (In Russ.). DOI: 10.17650/1683-3295-2022-24-1-83-100.

ВВЕДЕНИЕ

Технология ускоренного восстановления после операции (Enhanced Recovery After Surgery – ERAS) [1], ранее более известная как Fast-track Surgery, Accelerated recovery или Rapid Recovery Pathway (RRP), – современная мультимодальная концепция периоперационного ведения пациентов, основанная на доказательной медицине. Концепция предложена датским профессором хирургии Н. Kehlet (1997) [2], а в 2010 г. создано официальное сообщество ERAS® Society (<https://erassociety.org>), которое занимается разработкой научно-обоснованных ERAS-протоколов.

Концепция ERAS включает в себя междисциплинарный и мультимодальный подходы к ведению пациента, направленные на ускоренное и качественное восстановление после перенесенного оперативного лечения. Протоколы ERAS уже разработаны и активно внедряются во многих отраслях хирургии (гинеколо-

гия, кардиохирургия, проктология и др.) в странах Европы и США. Однако единый протокол в спинальной нейрохирургии до сих пор не утвержден ERAS® Society [1]. Большая часть публикаций, посвященных ERAS в спинальной нейрохирургии, появилась только последние несколько лет [3–6], но уже известно, что применение ERAS позволяет снизить общую стоимость лечения и сроки госпитализации, а также увеличить оборот коечного фонда [5, 7–10]. Применение концепции ERAS в практике направлено на улучшение результатов и снижение частоты осложнений [5], распространенность которых в хирургии позвоночника достигает 16,4 % [11], а в сложных случаях – до 80 % [12, 13], это обуславливает необходимость проведения дальнейших исследований с целью изучения применения ERAS в спинальной хирургии.

Цель исследования – представить систематический обзор литературы для определения ключевых

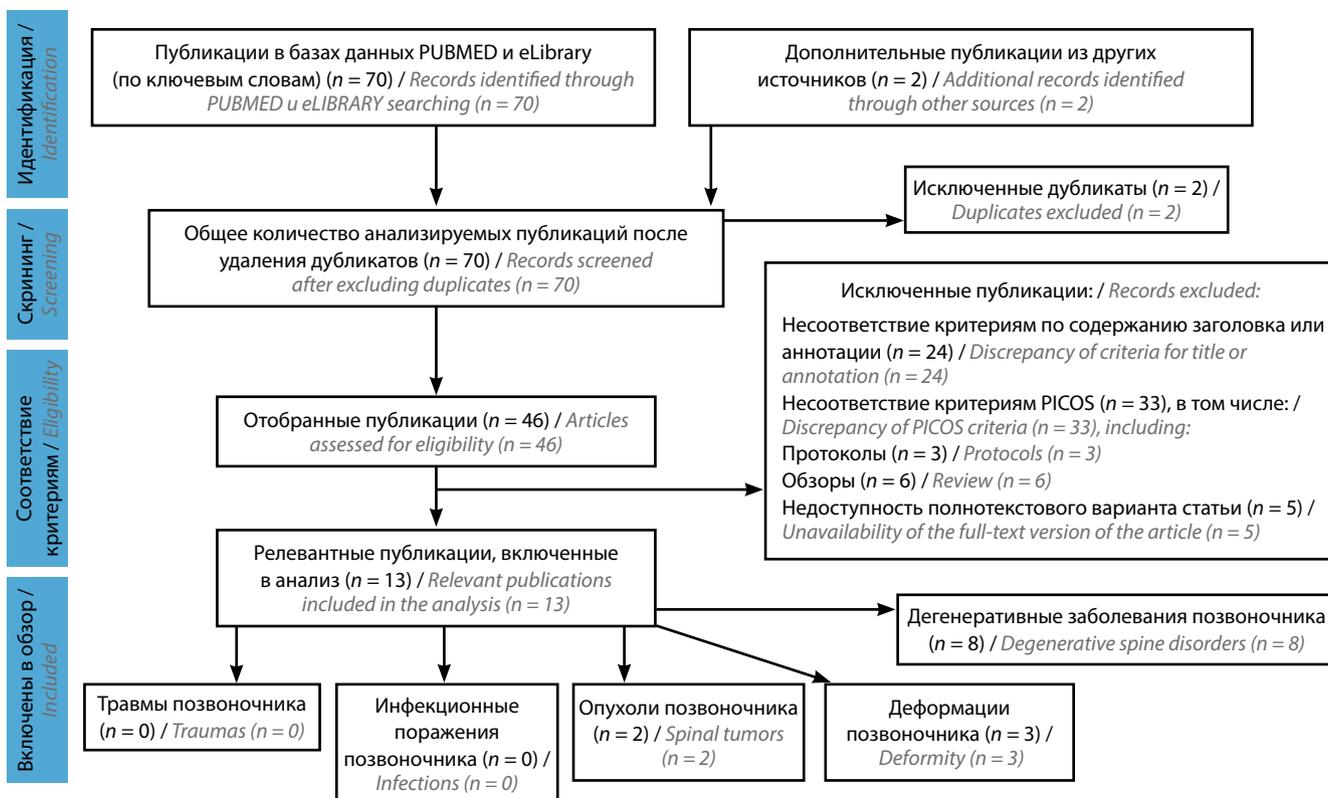


Рис. 1. Блок-схема литературного поиска PRISMA

Fig. 1. PRISMA flowchart of systematic search strategy

элементов программы ERAS, их влияния на осложнения, а также эффекта от их применения в спинальной нейрохирургии при деформациях, травмах, дегенеративных, инфекционных и опухолевых заболеваниях.

Дизайн исследования – систематический обзор литературы. Уровень доказательности исследования – 2a.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Авторы проанализировали и систематически изучили всю опубликованную англо- и русскоязычную литературу по ERAS в хирургии позвоночника и спинного мозга с использованием баз данных PubMed и eLibrary, технологии для написания систематического обзора PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) [14], а также критериев включения и исключения PICOS (Population, Intervention, Comparison, Outcome, Study Design).

Информационный поиск проводился с использованием следующих ключевых слов: ERAS, spine surgery, fast track и «нейрохирургия». Последний отбор публикаций проведен 10 октября 2020 г. Рассматривались только англоязычные и русские статьи и списки литературы в отобранных статьях. На 1-м этапе поиска (рис. 1) найдено 72 статьи за период с 1998 по 2020 г.

В соответствии с критериями PICOS (табл. 1) включено и проанализировано 13 статей, рассматривающих применение технологии ERAS в хирургии де-

формаций (n = 3) [15–17], дегенеративных (n = 8) [18–25] и опухолевых (n = 2) поражений позвоночника [26, 27]. Статей, посвященных применению ERAS в хирургии инфекционных поражений и травмах позвоночника, на момент литературного поиска не найдено.

Статистический анализ данных проводился с использованием пакета программ Statistica 10.0 и методов описательной статистики. Данные представлены в виде среднего значения или пропорции (%).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Характеристика исследований. Все рассматриваемые статьи (рис. 2) опубликованы за последние 5 лет. Большинство исследований нерандомизированные [15–26], ретроспективные [15–17, 20–23, 26] и с 2b-уровнем убедительности доказательств [15, 16, 18, 19, 22–25].

Отобранные публикации содержат информацию о лечении 2 тыс. 777 пациентов, средний возраст которых на момент проведения хирургического лечения составил 50,5 года (от 14,0 до 72,4 года) (рис. 3). Протокол ERAS реализован в клиниках США (46 %) [16–18, 22, 23, 26], Китая (30 %) [20, 21, 24, 27], Франции (8 %) [19], России (8 %) [25] и Великобритании (8 %) [15].

Перечень оперативных вмешательств. В анализируемых публикациях представлены следующие виды оперативных вмешательств: ламинотомия/ламинэктомия/

Таблица 1. PICOS – критерии включения и исключения

Table 1. PICOS – criteria of inclusion and exclusion

Элемент PICOS PICOS element	Критерии включения Inclusion criteria	Критерии исключения Exclusion criteria
Участники Population	Взрослые и дети старше 10 лет после операции на позвоночнике Adults and children over 10 years of age after spinal surgery	Дети младше 10 лет Children under 10 years of age
Вмешательство Intervention	Операции на шейном, грудном и пояснично-крестцовом уровнях позвоночника Operations on the cervical, thoracic and lumbosacral spine; ERAS в хирургии деформаций, онкологических, дегенеративных, инфекционных и травматических поражений позвоночника ERAS in surgery of deformities, oncological, degenerative and infectious and traumatic lesions of the spine	Операции на копчике Coccyx surgery
Сравнение Comparison	Группа ERAS и контрольная группа ERAS group and control group	
Результат Outcome	Клиническая (оценка боли, осложнения и др.) и экономическая (сроки госпитализации, расходы и др.) оценки Clinical assessment (pain, complications etc.) and economic assessment (length of stay, cost etc.); применение ERAS в спинальной нейрохирургии ERAS in spine surgery	
Дизайн исследования Study design	Рандомизированные и нерандомизированные Randomized and non-randomized; проспективные и ретроспективные исследования prospective and retrospective studies	Клинические случаи Cases; исторические исследования historical study
Публикации Publications	Публикации на английском и русском языках Publications in English and Russian; полнотекстовые Full-text	Публикации на других языках Publications in other languages; неопубликованные исследования unpublished study; протоколы protocols

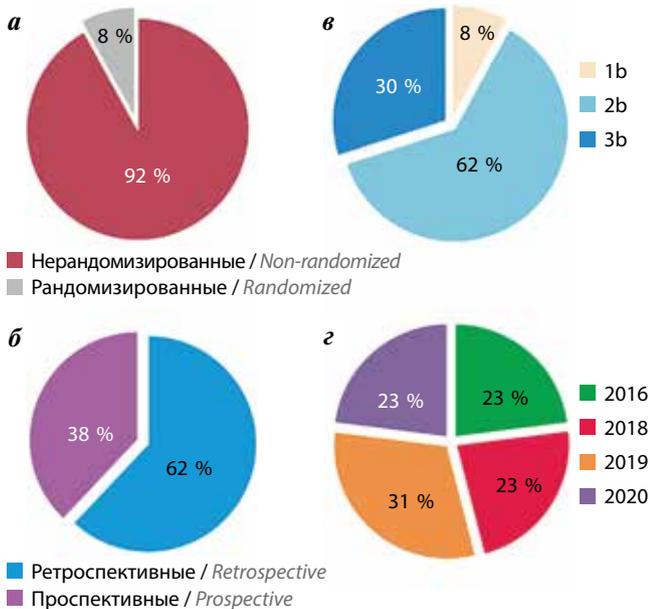


Рис. 2. Распределение исследований по категориям: а – рандомизация (1b – одноцентровое проспективное рандомизированное контролируемое исследование; 2b – проспективное нерандомизированное когортное исследование; 3b – ретроспективное нерандомизированное исследование «случай – контроль»); б – метод сбора данных; в – уровень убедительности доказательств; г – год

Fig. 2. Distribution of studies by category: а – randomization (1b – single-center prospective randomized controlled trial; 2b – prospective non-randomized cohort study; 3b – retrospective non-randomized case – control study); б – data collection method; в – level of evidence; г – year

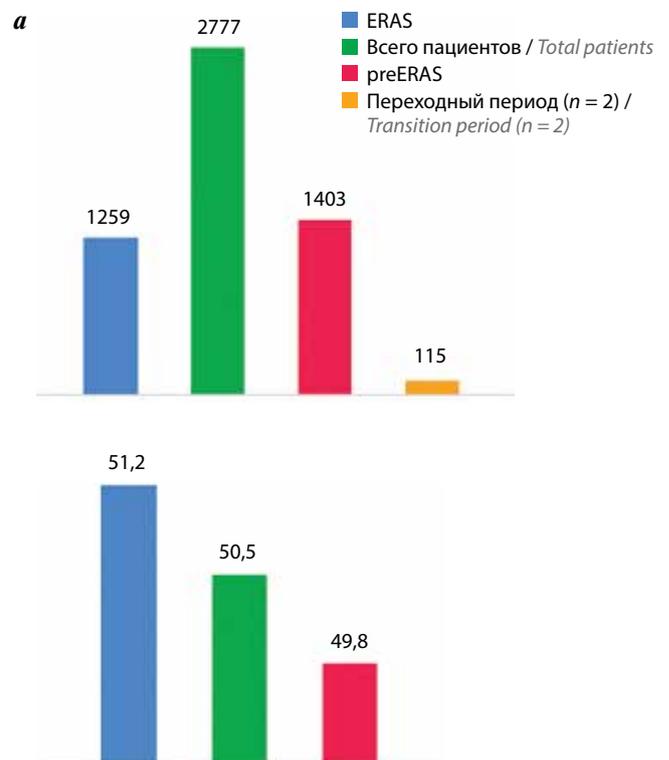


Рис. 3. Распределение популяции пациентов: а – по группам; б – по среднему возрасту в группе, лет

Fig. 3. Patients population distribution: а – by groups; б – by average age in a group, years

ламинопластика, дискэктомия, фораминотомия [18, 21, 25], в том числе передняя шейная дискэктомия и спондилодез (ACDF) [19], открытый и мини-инвазивный межтеловой спондилодез (PLIF, TLIF) с фиксацией [15, 18, 20, 22–24], вертебропластика, резекция опухолей с фиксацией [26, 27], а также коррекция деформаций позвоночника с проведением спондилодеза [15–17] и транспедикулярной фиксацией. Большинство протоколов ERAS в рассматриваемых публикациях применялись в хирургическом лечении патологии поясничного отдела позвоночника.

Ключевые элементы ERAS. В рассматриваемых публикациях среднее число ключевых элементов протокола ERAS – 13,7 (от 5 до 24). Самые применяемые элементы (табл. 2): предоперационное консультирование и обучение пациентов (77 %), минимально инвазивная (Minimal Invasive Spine Surgery – MISS) хирургия (77 %), интраоперационная мультимодальная анальгезия (69 %), а также несколько элементов, которые применялись как можно раньше в послеоперационном периоде – активизация и физическая реабилитация (94 %), мультимодальная анальгезия (77 %), энтеральная нагрузка и профилактика кишечной

непроходимости (94 %), а также активное динамическое наблюдение и уход (85 %).

Осложнения и ERAS. В оценке влияния технологии ERAS на число осложнений в хирургии позвоночника представили данные 10 авторов (табл. 3). Более половины из них получила меньший уровень осложнений в группе ERAS в среднем на 8,5 % (от 2,3 до 9,6 %) [15, 18, 20, 23, 24, 27], треть – увеличение в среднем на 7,2 % (от 1,9 до 13,8 %) [19, 22, 26] и только один коллектив авторов получил фактически одинаковый уровень осложнений [21]. При этом больший уровень осложнений в группе ERAS сами авторы связывают с тяжестью и неконтролируемостью основного онкологического заболевания [26] или указывают на статистическую незначимость полученных различий в количестве осложнений [19, 22].

Для групп пациентов с ERAS более характерны сердечно-сосудистые и респираторные осложнения [21, 26, 27]. Для групп контроля – мочевые [21, 26, 27], инфекционные [19, 21, 24, 26, 27], тромбэмболические осложнения [19, 21, 24, 27] и ликворея [20, 24]. В отношении хирургических осложнений, связанных с проведением оперативного вмешательства, имплантатами

Таблица 2. Сводная таблица ключевых элементов программы ERAS

Table 2. Summary table of key elements of ERAS program

Предоперационный Preoperative period	Интраоперационный Intraoperative period	Послеоперационный Postoperative period
<ul style="list-style-type: none"> Предоперационные обучение и консультирование Preoperative education and counseling Оценка рисков, коррекция образа жизни и хронических заболеваний Risk assessment, lifestyle and chronic disease correction Оценка нутритивного статуса, минимизация голодания, рутинное использование пероральной углеводной «загрузки» Nutritional preparation, minimization of fasting, routine use of oral «carbohydrate loading» Превентивная мультимодальная анальгезия (ММА), ограничение опиоидов Preventive multimodal analgesia (MMA), opioid restriction Предоперационная реабилитация Prehabilitation 	<ul style="list-style-type: none"> Минимально инвазивная хирургия позвоночника (MISS) Minimally invasive spine surgery (MISS) Интраоперационная мультимодальная анальгезия Intraoperative multimodal analgesia Поддержание гомеостаза (нормотермия, нормоволемия) Maintaining homeostasis (normothermia, normovolemia) Управление кровопотерей Management of blood loss Отказ от рутинного использования дренажей и катетеризации мочевого пузыря Avoiding the routine use of drains and bladder catheterization Профилактика инфекционных осложнений Prevention of infectious complications Тромбопрофилактика Thromboprophylaxis Профилактика послеоперационной тошноты и рвоты Prevention of nausea and vomiting Стандартизированный протокол анестезии (анестетики короткого действия и др.) Standardized anesthesia protocol (short-acting anesthetics, etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> Ранние активизация и физическая реабилитация, ранний возврат к предоперационному уровню физической активности пациента Early activation and physical rehabilitation, early return to the patient's preoperative level of physical activity Ранние энтеральная нагрузка и профилактика кишечной непроходимости Early enteral loading and prevention of obstipation Послеоперационное управление болевым синдромом: ММА, ограничение опиоидов Pain management: MMA, opioid restriction Поддержание гомеостаза (эуволемии и др.) Maintaining homeostasis (euvoolemia, etc.) Тромбопрофилактика Thromboprophylaxis Профилактика инфекционных осложнений Prevention of infectious complications Поддержание нормогликемии Normoglycemia Лечение послеоперационных тошноты и рвоты Treatment of postoperative nausea and vomiting Раннее удаление дренажей, катетеров, зондов Early removal of drains, catheters, probes Активное послеоперационное наблюдение Active postoperative follow-up

Таблица 3. Сводные данные исследований, реализующих протокол ERAS в спинальной хирургии

Table 3. Summary of studies implementing the ERAS protocol in spine surgery

Авторы Authors	Год, страна Year, country	Тип исследования About study	Группа (пациенты) Group (patients)	Возраст, лет Age, years	Анализируемая патология Nosological units	Проведенные опе- рации Operation	Госпитали- зации, дни Length of hospital stay, days
Z. S. Ali et al. [18]	2019, США USA	Проспективное нерандомизиро- ванное когортное исследование – 2b Prospective non-randomized cohort study – 2b	$n = 74$ (preERAS)	$62,9 \pm 11,3$	Дегенеративные заболевания позвоноч- ника, повреждения периферических нервов Degenerative diseases of the spine, damage of peripheral nerves	Ламинэктомия, ламинотомия, дискэктомия, дискэктомия и спондилодез, фораминотомия, хирургия перифе- рических нервов Laminectomy, laminotomy, discectomy, discectomy and spinal fusion, foraminotomy, peripheral nerve surgery	4,0
			$n = 201$ (ERAS)	$60,5 \pm 14,5$			3,6
B. De- bono et al. [19]	2020, Фран- ция France	Проспективное нерандомизиро- ванное когортное исследование – 2b Prospective non-randomized cohort study – 2b	$n = 202$ (preERAS)	$48,7 \pm 9,2$	Дегенеративные заболевания шейного отдела позвоночника с радикулопатией Degenerative diseases of the cervical spine with radiculopathy	Передняя шейная дискэктомия и спондилодез (ACDF) Anterior cervical discectomy and fusion (ACDF)	$2,96 \pm 1,3$
			$n = 202$ (ERAS)	$48,5 \pm 10,6$			$1,40 \pm 0,6$
C. Feng et al. [20]	2019, Китай China	Ретроспективное нерандомизиро- ванное исследо- вание «случай – контроль» – 3b Retrospective non-randomized case – control study – 3b	$n = 30$ (preERAS)	59 ± 9	Стеноз и спондилоли- стез поясничного отдела позвоночника, дегенеративные заболевания пояснич- но-крестцового отдела позвоночника с неста- бильностью, радикуло- патией или нейроген- ной хромотой Stenosis and spondylolisthesis of the lumbar spine, degenerative diseases of the lumbosacral spine with instability, radiculopathy, or neurogenic claudication	Одноуровневый трансфораминаль- ный поясничный межтеловой спондилодез (MIS-TLIF), перкутанная транспедикуляр- ная фиксация One-level transforaminal lumbar interbody fusion (MIS-TLIF), percutaneous transpedicular fixation	7
			$n = 44$ (ERAS)	61 ± 10			5

Элементы протокола ERAS Elements of the ERAS protocol	Число и структура осложнений Complications structure	Другие результаты Other results	Стоимость лечения Cost of treatment
n = 16	16,2 %	<p>Повторные госпитализации в течение 30 дней – 3,0 % (ERAS) против 5,4 % обычных. Более раннее восстановление и мобилизация в группе ERAS (0-й послеоперационный день (ПОД): 53,4 % против 17,1 % ($p < 0,001$) и 1-й ПОД: 84,1 % против 45,7 % ($p < 0,001$) без усиления болевого синдрома. Снижение использования катетера Фолея в послеоперационном периоде в группе ERAS без увеличения необходимости периодической катетеризации (8,1 % против 11,9 %, $p = 0,51$). Снижение применения опиоидных анальгетиков через 1 мес после операции в группе ERAS (38,8 % против 52,7 %, $p = 0,041$)</p> <p>Repeated hospitalizations within 30 days: 3.0 % (ERAS) versus 5.4 %. Earlier recovery and mobilization in the ERAS group (postoperative day 0 (POD): 53.4 % versus 17.1 % ($p < 0.001$) and 1st POD: 84.1 % versus 45.7 % ($p < 0.001$) without increasing pain syndrome. Decreased use of a Foley catheter in the postoperative period in the ERAS group without increasing the need for intermittent catheterization (8.1 % vs 11.9 %, $p = 0.51$). Decreased use of opioid analgesics one month after surgery in the ERAS group (38.8 % vs 52.7 %, $p = 0.041$)</p>	Нет данных No data
	10,9 %		Нет данных No data
n = 15	<p>Всего 5,0 %. Малые – 2,0 %: дисфагия/дисфония – 1,5 %, поломка металлоконструкции – 0,5 %; большие осложнения – 3,0 %: неврологический дефицит 2 %, инфекция раны – 0,5 %, ТЭЛА – 0,5 %</p> <p>Total 5,0 %. Small 2,0 %: dysphagia/dysphonia – 1.5 %, breakage of metal structures 0.5 %; major complications 3.0 %: neurological deficit 2 %, wound infection 0.5 %, PE 0.5 %</p>	<p>Снижение сроков госпитализации с сохранением удовлетворенности пациентов результатами лечения.</p> <p>Reducing the length of hospital stay while maintaining patient satisfaction with treatment results</p>	Нет данных No data
	<p>Всего 6,9 %. Малые осложнения – 3,5 %: дисфагия/дисфония – 2,5 %, поломка металлоконструкции – 0,5 %, инфекция раны – 0,5 %, большие осложнения – 3,5 %, неврологический дефицит – 2,5 %, гематома шеи – 1 %</p> <p>Total 6,9 %. Minor complications 3.5 %: dysphagia/dysphonia 2.5 %, metal structure breakage 0.5 %, wound infection 0.5 %, major complications 3.5 %, neurological deficit 2.5 %, neck hematoma 1 %</p>		Нет данных No data
n = 11	<p>Всего 13,3 %. Ликворея – 6,25 %, эпидуральная гематома с радикулопатией – 3,13 %, мальпозиция винта – 3,13 %</p> <p>Total 13,3 %. Liquorrhea – 6.25 %, epidural hematoma with radiculopathy – 3.13 %, screw malposition – 3.13 %</p>	<p>Время операции – 206 мин (ERAS) против 228 мин, $p < 0,05$. Интраоперационная кровопотеря – 100 мл (ERAS) против 150 мл, $p < 0,05$</p> <p>Operation time – 206 minutes (ERAS) vs 228 minutes, $p < 0.05$. Intraoperative blood loss – 100 ml (ERAS) versus 150 ml, $p < 0.05$</p>	71,426 (67,299–103,866) CNY
	<p>Всего 4,6 %. Асимптомная миграция кейджа – 2,3 %, эпидуральная гематома с радикулопатией – 2,3 %</p> <p>Total 4,6 %. Asymptomatic cage migration 2.3 %, epidural hematoma with radiculopathy 2.3 %</p>		70,467 (63,941–89,589) CNY

Авторы Authors	Год, страна Year, country	Тип исследования About study	Группа (пациенты) Group (patients)	Возраст, лет Age, years	Анализируемая патология Nosological units	Проведенные операци и Operation	Госпитализаци и, дни Length of hospital stay, days
J. Li et al. [21]	2018, Китай China	Ретроспективное нерандомизиро ванное исследо вание «случай – контроль» – 3b Retrospective non-randomized case – control study – 3b	$n = 110$ (preERAS)	$56,88 \pm 8,82$	Многоуровневый стеноз позвоночного канала шейного отдела позвоночника Multilevel stenosis of the spinal canal of the cervical spine	Ламинопластика по Хирабаяши Hirabayashi laminoplasty	$7,67 \pm 3,45$
			$n = 114$ (ERAS)	$58,53 \pm 10,71$			$5,75 \pm 2,46$
J. Smith et al. [22]	2019, США USA	Ретроспективное нерандомизиро ванное когортное исследование – 2b Retrospective non-randomized cohort study – 2b	$n = 123$ (preERAS)	$60,3 \pm 12,9$	Дегенеративные заболевания поясничного отдела позвоночника Degenerative diseases of the lumbar spine	Одно- или двуху ровневый откры тый поясничный спондилодез One- or two-level open lumbar fusion	$96,2 \pm 32,0$ ч hour
			$n = 96$ (ERAS)	$61,3 \pm 13,3$			$92,3 \pm 36,9$ ч hour
M.Y. Wang et al. [23]	2018, США USA	Ретроспективное нерандомизиро ванное когортное исследование – 2b Retrospective non-randomized cohort study – 2b	$n = 15$ (preERAS)	59 ± 12	Дегенеративные заболевания пояснич ного отдела позвоноч ника, спондилолистез I степени Degenerative diseases of the lumbar spine, grade I spondylolisthesis	Mi-TLIF (группа контроля). Эндоскопическая декомпрессия и установление кейджа, перкутан ное установление транспедикуляр ной конструкции (ERAS) Mi-TLIF (control group). Endoscopic decompression and cage placement, percutaneous transpedicular insertion (ERAS)	$3,9 \pm 1,1$
			$n = 38$ (ERAS)	65 ± 11			$1,23 \pm 0,8$
P. Wang et al. [24]	2020, Китай China	Проспективное нерандомизиро ванное когортное исследование – 2b Prospective non-randomized cohort study – 2b	$n = 96$ (preERAS)	$70,81 \pm 6,27$	Грыжи диска и стеноз поясничного отдела позвоночника у паци ентов старше 65 лет Herniated disc and stenosis of the lumbar spine in patients over 65 years of age	Одно- или двуху ровневый откры тый поясничный спондилодез One- or two-level open lumbar fusion	$15,50 \pm 1,88$
			$n = 96$ (ERAS)	$72,39 \pm 6,12$			$12,30 \pm 3,03$

Продолжение табл. 3
Continuation of table 3

Элементы протокола ERAS Elements of the ERAS protocol	Число и структура осложнений Complications structure	Другие результаты Other results	Стоимость лечения Cost of treatment
n = 16	Всего 20,9 %. Парез С5 корешка – 2,73 %, инфекция раны – 6,36 %, тошнота и рвота – 6,36 %, ИМВП – 4,55 %, инфаркт головного мозга 0,91 % Total 20,9 % C5 radix paresis 2.73 %, wound infection 6.36 %, nausea and vomiting 6.36 %, UTI 4.55 %, cerebral infarction 0.91 %	Более ранний прием пищи в послеоперационном периоде (8,45 ± 2,94 ч против 21,64 ± 2,66 ч, p < 0,001). Контроль боли лучше в группе ERAS, чем в группе контроля, с точки зрения среднего балла по ВАШ (2,72 ± 0,46 против 3,35 ± 0,46, p < 0,001). Низкая частота развития мочевой инфекции в группе ERAS (уменьшение послеоперационного времени установки постоянных мочевых катетеров – 24,76 ± 12,34 против 53,61 ± 18,16 ч, p < 0,001). Уменьшения сроков использования спинального дренажа (43,92 ± 7,14 против 48,85 ± 10,10 ч, p < 0,001) Earlier food intake in the postoperative period (8.45 ± 2.94 hours versus 21.64 ± 2.66 hours, p < 0.001). Pain control was better in the ERAS group than in the control group in terms of the mean VAS score (2.72 ± 0.46 vs. 3.35 ± 0.46, p < 0.001). Low incidence of urinary infection in the ERAS group (decrease in the postoperative time for placement of indwelling urinary catheters – 24.76 ± 12.34 versus 53.61 ± 18.16 h, p < 0.001). Decrease in terms of use of spinal drainage (43.92 ± 7.14 versus 48.85 ± 10.10 h, p < 0.001)	Нет данных No data
	Всего 21,0 %. Парез С5 корешка – 3,51 %, инфекция раны – 4,39 %, тошнота и рвота – 8,77 %, пневмония – 0,88 %, ИМВП – 1,75 %, ухудшение неврологии – 0,88 %, эпидуральная гематома – 0,88 % Total = 21,0 %. C5 radix paresis 3.51 %, wound infection 4.39 %, nausea and vomiting 8.77 %, pneumonia 0.88 %, UTI 1.75 %, neurological impairment 0.88 %, epidural hematoma 0.88 %		Нет данных No data
n = 23	Реинтубация – 1,6 % Reintubation 1.6 %	Снижение употребления опиоидов пролонгированного действия в группе ERAS (с 14,6 до 5,2 %, p = 0,025). Статистически достоверное снижение приема противорвотных средств после операции (24 % против 40 %) Decreased use of long-acting opioids in the ERAS group (from 14.6 to 5.2 %, p = 0.025). Statistically significant reduction in antiemetic intake after surgery (24 % vs. 40 %)	Нет данных No data
	Всего 7,5 %. Реинтубация – 1 %, неотложные состояния – 2,1 %, другие – 4,2 % Total 7,5 %. Reintubation 1 %, emergencies 2.1 %, other 4.2 %		Нет данных No data
n = 6	Всего 21 %. Медицинские – 14 %, импланты – 7 % Total 21 %. Medical 14 %, implants 7 %	Меньшая кровопотеря (68 ± 31 см ³ против 231 ± 73, p < 0,001). Меньшее время операции (ERAS – 96 ± 22 мин против 132 ± 31 мин, p = 0,003) Less blood loss (68 ± 31 cm ³ vs 231 ± 73, p < 0.001). Shorter operation time (ERAS – 96 ± 22 min vs 132 ± 31 min, p = 0.003)	22656 USD
	Всего 12 %. Медицинские – 3 %, спондилодез – 3 %, импланты – 6 % Total 12 %. Medical 3 %, fusion 3 %, implants 6 %		19212 USD
n = 12	Всего 9,5 %. Инсульт – 1 %, тромбоз глубоких вен – 1 %, инфекция раны – 4 %, ликворея – 2 %, неврологические – 1 % Total = 9.5 %. Cerebrovascular accident 1 %, deep vein thrombosis 1 %, wound infection 4 %, liquorrhea 2 %, neurological 1 %	Комплаентность ERAS протокола 92,1 %. Не выявлено существенных различий между группами по оценке болевого синдрома, индексу инвалидности Освестри и регоспитализации. Статистически достоверное снижение сроков госпитализации Compliance with the ERAS protocol was 92.1 %. There were no significant differences between the groups in terms of pain assessment, Oswestry's disability index, and rehospitalization. Statistically significant reduction in hospitalization times	Нет данных No data
	Всего 3,2 %. Инфекция раны – 1 %, ликворея – 1 %, неврологические – 1 % Total = 3.2 %. Wound infection 1 %, liquorrhea 1 %, neurological 1 %		Нет данных No data

Авторы Authors	Год, страна Year, country	Тип исследования About study	Группа (пациенты) Group (patients)	Возраст, лет Age, years	Анализируемая патология Nosological units	Проведенные опе- рации Operation	Госпитали- зации, дни Length of hospital stay, days
A.G. Na- zarenko et al. [25]	2016, Россия Russia	Проспективное нерандомизиро- ванное когортное исследование – 2b Prospective non-randomized cohort study – 2b	<i>n</i> = 25 (preERAS)	42,2	Грыжи межпозвонковых дисков пояснично- крестцового отдела позвоночника Herniated discs of the lumbosacral spine	Микродиск- эктомия Microdiscectomy	3,8
			<i>n</i> = 23 (ERAS)	44,3			2,3
ERAS в хирургии деформаций позвоночника ERAS in surgery of spine deformity							
M. An- gus et al. [15]	2019, Велико- британия Great Britain	Ретроспективное нерандомизиро- ванное когортное исследование – 2b Retrospective non-randomized cohort study – 2b	<i>n</i> = 412 (preERAS)	50,5 ± 19,0	Тяжелые дегенератив- ные деформации позвоночника Severe degenerative deformities of the spine	Межтеловой спондилодез (PLIF) или коррек- ция сколиотиче- ской деформации позвоночника Interbody fusion (PLIF) or correction of scoliotic deformity of the spine	11 и 7
			<i>n</i> = 214 (ERAS)	55,3 ± 20,5			8 и 4,2
A.L. Go- rnitzky et al. [16]	2016, США USA	Ретроспективное нерандомизиро- ванное когортное исследование – 2b Retrospective non-randomized cohort study – 2b	<i>n</i> = 80 (preERAS)	15,0 ± 2,3	Подростковый идиопатический сколиоз Adolescent idiopathic scoliosis	Коррекция сколиотической деформации позвоночника, задний спондило- дез и транспедику- лярная фиксация Correction of scoliotic deformity of the spine, posterior fusion and transpedicular fixation	5,0 ± 0,8
			<i>n</i> = 58 (ERAS)	14,8 ± 2,3			3,5 ± 0,8
W.T. Mu- hly et al. [17]	2016, США USA	Ретроспективное нерандомизиро- ванное исследова- ние «случай – контроль» – 3b Retrospective non-randomized case – control study – 3b	<i>n</i> = 134 (preERAS)	15	Подростковый идиопатический сколиоз Adolescent idiopathic scoliosis	Коррекция сколиотической деформации позвоночника, задний спондило- дез и транспедику- лярная фиксация Correction of scoliotic deformity of the spine, posterior fusion and transpedicular fixation	5,7
			<i>n</i> = 84 (ERAS)	14			4,0

Продолжение табл. 3
Continuation of table 3

Элементы протокола ERAS Elements of the ERAS protocol	Число и структура осложнений Complications structure	Другие результаты Other results	Стоимость лечения Cost of treatment
n = 8	Нет данных No data	Незначительное снижение болевого синдрома (на 10 %) в группе ERAS. Более быстрое и качественное восстановление, увеличение функциональной активности на 20 % ($p < 0,05$) в группе ERAS по сравнению с контрольной группой Slight reduction in pain syndrome (by 10 %) in the ERAS group. Faster and better recovery, an increase in functional activity by 20 % ($p < 0.05$) in the ERAS group compared to the control group	Нет данных No data
	Нет данных No data		Нет данных No data
ERAS в хирургии деформаций позвоночника ERAS in surgery of spine deformity			
n = 15	Всего 11,7 %. Хирургические – 6,8 %, послеоперационные до выписки – 4,9 % Total 11.7 %. Surgical 6.8 %, postoperative before discharge 4.9 %	Продолжительность пребывания – ERAS 8 дней против 11 дней (многоуровневая фиксация при дегенеративном сколиозе) и 4,2 против 7 дней (сложная фиксация с межтеловым спондилодезом). Снижение регоспитализации в группе ERAS 1,9 % против 2,1 %. Удовлетворенность лечением – ERAS – 100 % против 84 % ($p = 0,016$). Высокая удовлетворенность персонала при применении ERAS Length of stay – ERAS 8 days vs 11 days (multilevel fixation for degenerative scoliosis) and 4.2 vs 7 days (complex fixation with interbody fusion). Decreased rehospitalization in the ERAS group 1.9 % versus 2.1 %. Satisfaction with treatment – ERAS – 100 % versus 84 % ($p = 0.016$). High staff satisfaction when using ERAS	Нет данных No data
	Всего 9,4 %. Хирургические – 6,1 %, послеоперационные до выписки – 3,3 % Total 9.4 %. Surgical 6.1 %, postoperative before discharge 3.3 %		Экономия 121 735 £ Saving 121,735 GBP
n = 7	Нет данных no data	В группе ERAS – меньший средний суточный уровень боли на 0 ($p = 0,027$), 1 ($p < 0,001$) и 2 ($p = 0,004$) ПОД. В группе ERAS прекращение пациент-контролируемой анальгезии произошло на 34 % раньше. Снижение частоты побочных эффектов в группе ERAS, связанных с опиоидами. В группе ERAS удалили мочевые катетеры на 26 % раньше. Отсутствие разницы по регоспитализации в течение первых 30 дней The ERAS group had a lower average daily pain level by 0 ($p = 0.027$), 1 ($p < 0.001$), and 2 ($p = 0.004$). In the ERAS group, the cessation of patient-controlled analgesia occurred 34 % earlier. Reduced incidence of opioid-related side effects in the ERAS group. In the ERAS group, urinary catheters were removed 26 % earlier. No difference in admission to hospital during the first 30 days	Нет данных no data
	Нет данных No data		Нет данных No data
n = 5	Нет данных No data	Сопоставимые оценки болевого синдрома с улучшением в 0 (3,8 против 4,9) и 1 (3,8 против 5) ПОД. Отсутствие разницы по регоспитализации в течение первых 30 дней Comparable pain scores with improvement at 0 (3.8 vs. 4.9) and 1 (3.8 vs. 5) AML. No difference in admission to hospital during the first 30 days	Нет данных No data
	Нет данных No data		Нет данных No data

Авторы Authors	Год, страна Year, country	Тип исследования About study	Группа (пациенты) Group (patients)	Возраст, лет Age, years	Анализируемая патология Nosological units	Проведенные опе- рации Operation	Госпитали- зации, дни Length of hospital stay, days
ERAS в хирургии опухолевых поражений позвоночника и спинного мозга ERAS in surgery of spinal tumors							
R.M. Gra- su et al. [26]	2018, США USA	Ретроспективное нерандомизиро- ванное исследо- вание «случай – контроль» – 3b Retrospective non-randomized case – control study – 3b	<i>n</i> = 56 (preERAS)	57,6 ± 10,5	Метастатические опухоли Metastatic tumors	Декомпрессия, стабилизация, корпорэктомия (вертебропластика, перкутанная стабилизация) Decompression, stabilization, corporectomy (vertebroplasty, percutaneous stabilization)	6,8 ± 1,9
			<i>n</i> = 41 (ERAS)	58,8 ± 11,3			6,3 ± 2,2
B. Liu et al. [27]	2020, Китай China	Одноцентровое проспективное рандомизирован- ное контролируе- мое исследова- ние – 1b Single-center prospective randomized controlled trial – 1b	<i>n</i> = 46 (preERAS)	Нет данных No data	Первичные (шваннома, менингиома, спинно- мозговая эпендимома, астроцитомы) или мета- статические опухоли позвоночника и спин- ного мозга Primary (schwannoma, meningioma, spinal ependymoma, astrocytoma) or metastatic tumors of the spine and spinal cord	Декомпрессия, стабилизация Decompression, stabilization	8
			<i>n</i> = 48 (ERAS)	Нет данных No data			5

Окончание табл. 3

End of table 3

Элементы протокола ERAS Elements of the ERAS protocol	Число и структура осложнений Complications structure	Другие результаты Other results	Стоимость лечения Cost of treatment
ERAS в хирургии опухолевых поражений позвоночника и спинного мозга ERAS in surgery of spinal tumors			
n = 20	Всего 17,9 %. Инфекционные – 7,1 %, почечные – 5,4 %, другие – 5,4 % Total 17.9 %. Infectious 7.1 %, renal 5.4 %, other 5.4 %	Несколько большая частота повторных госпитализаций в 30-дневный срок после выписки (ERAS – 14,6 % против 8,9 %, $p = 0,381$). Меньшее значение выраженности болевого синдрома и количество употребления опиоидов по сравнению с группой контроля (39,0 % против 10,7 %, $p = 0,001$).	Нет данных No data
	Всего 31,7 %. Сердечно-сосудистые – 17 %, респираторные – 9,7 %, другие – 5 % Total = 31.7 %. Cardiovascular 17 %, respiratory 9.7 %, other 5 %	Большее использование липосомального бупивакаина для инфильтрации операционной раны (54 % против 30 %, $p = 0,021$) Slightly higher readmission rate within 30 days after discharge (ERAS – 14.6 % versus 8.9 %, $p = 0.381$). A lower value of the severity of pain syndrome and the amount of opioid use compared with the control group 39.0 % versus 10.7 %, $p = 0.001$. Greater use of liposomal bupivacaine for wound infiltration (54 % versus 30 %, $p = 0.021$)	Нет данных No data
n = 24	Всего 28,3 %. Инфекции ЦНС – 6,5 %, гематома – 4,3 %, неврологический дефицит – 6,5 %, респираторные – 2,2 %, мочевые – 4,3 %, тромбозы – 4,3 % Total 28.3 %. CNS infections 6.5 %, hematoma 4.3 %, neurological deficit 6.5 %, respiratory 2.2 %, urinary 4.3 %, thrombosis 4.3 %	Меньшие показатели послеоперационной боли (ERAS – $1,0 \pm 1,3$ против $1,9 \pm 1,3$; $p = 0,007$). Снижение использования пациент-контролируемой анальгезии (ERAS – 4,2 % против 19,6 %; $p = 0,020$) и пероральных опиоидов (ERAS – 37,5 % против 58,7 %; $p = 0,040$). Раннее удаление мочевого катетера (ERAS – 58,3 % в течение первых 6 ч после операции против 6,5 % в группе контроля; $p < 0,0001$). Меньшее число установленных дренажей (ERAS 18,8 % против 82,6 %, $p < 0,0001$). Лучшая послеоперационная самостоятельная мобилизация в 1-й ПОД (ERAS 68,8 % против 17,4 %; $p < 0,0001$). Большая удовлетворенность лечением (ERAS $91,8 \pm 4,4$ против $88,2 \pm 6,8$; $p = 0,022$) Less indicators of postoperative pain (ERAS – 1.0 ± 1.3 versus 1.9 ± 1.3 ; $p = 0.007$). Decreased use of patient-controlled analgesia (ERAS – 4.2 % versus 19.6 %; $p = 0.020$) and oral opioids (ERAS – 37.5 % versus 58.7 %; $p = 0.040$). Early removal of urinary catheter (ERAS – 58.3 % within the first 6 hours after surgery versus 6.5 % in the control group; $p < 0.0001$). Fewer installed drains (ERAS 18.8 % vs 82.6 %, $p < 0.0001$). The best postoperative self-mobilization in the 1 st PAD (ERAS 68.8 % versus 17.4 %; $p < 0.0001$). Greater satisfaction with treatment (ERAS 91.8 ± 4.4 versus 88.2 ± 6.8 ; $p = 0.022$)	65859 CNY
	Всего 18,8 %. Инфекция раны – 2,1 %, инфекции ЦНС – 2,1 %, гематома – 2,1 %, неврологический дефицит – 6,3 %, кардиоваскулярные – 2,1 %, кишечные – 2,1 %, мочевые – 2,1 % Total 18.8 %. Wound infection 2.1 %, CNS infections 2.1 %, hematoma 2.1 %, neurological deficit 6.3 %, cardiovascular 2.1 %, intestinal 2.1 %, urinary 2.1 %		52546 CNY

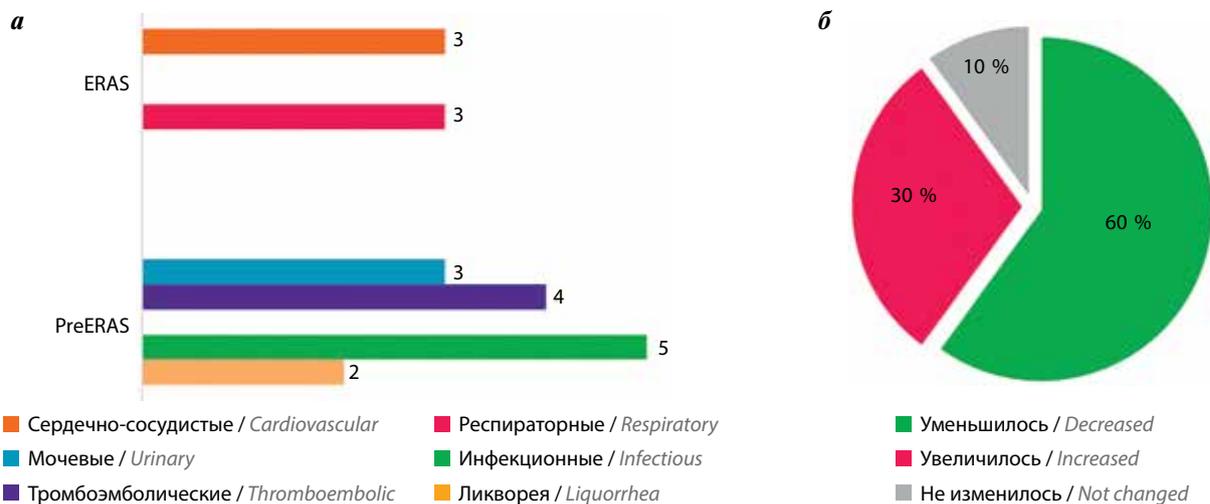


Рис. 4. Осложнения в спинальной хирургии и ERAS: а – характерные осложнения для ERAS- и preERAS-групп; б – число осложнений после ERAS
Fig. 4. Complications in spinal surgery and ERAS: а – typical complications for ERAS and preERAS groups; б – number of complications after ERAS

и оборудованием, каких-либо закономерностей не выявлено (рис. 4).

Некоторые результаты применения ERAS в хирургии позвоночника. Внедрение в клиническую практику ERAS-программы позволило, по сравнению с группой контроля, достичь следующих результатов:

- снизить выраженность болевого синдрома в 38 % исследований [16, 17, 21, 26, 27], а также использование опиоидов и связанных с ними побочных эффектов [16, 18, 22, 26, 27];
- снизить статистически значимо количество необходимых противорвотных средств после операции [22];
- снизить время операции на 29 мин, кровопотери – на 188 мл [20, 23];
- обеспечить более быстрое и качественное восстановление, увеличение функциональной активности и мобилизации [18, 25, 27];
- снизить сроки госпитализации (рис. 5) на 1,77 дня (от 0,17 [22] до 3,2 сут [24]), в том числе статистически значимо [24];
- повысить удовлетворенность пациентов [15, 19, 27] и медперсонала [15] результатами лечения;
- снизить общую стоимость лечения на 1 тыс. 444 долл. (от 146 до 3 тыс. 444 долл.) [15, 20, 23, 27].

Также отмечают разнородные эффекты от применения ERAS-программы по сравнению с обычной практикой (группа контроля): снижение [15, 18], повышение [26] или сопоставимая частота повторных госпитализаций [16, 17, 24] в ходе 30-дневного периода наблюдения.

ОБСУЖДЕНИЕ

ERAS в лечении дегенеративных заболеваний позвоночника. В большинстве анализируемых нами исследований изучались преимущества протокола ERAS при

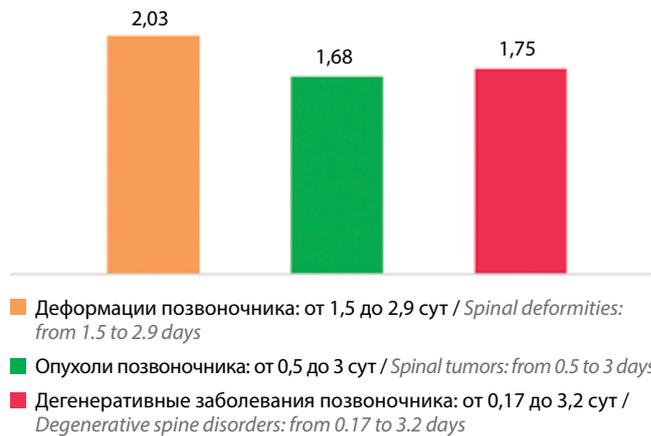


Рис. 5. Сокращение сроков госпитализации после ERAS в зависимости от нозологии (дни)

Fig. 5. Average reduction of stay length after ERAS depending on nosology (days)

хирургическом лечении дегенеративной патологии позвоночника. В систематическом обзоре М. Elsarrag и соавт. (2019) объясняют это тем, что дегенеративные заболевания позвоночника – наиболее часто встречающаяся патология в спинальной хирургии, в связи с чем абсолютное большинство исследований по эффективности технологии ERAS затрагивает именно эту категорию пациентов [4]. Применение ERAS в хирургическом лечении грыж диска пояснично-крестцового отдела позвоночника (см. табл. 3) приводит к более быстрому и качественному восстановлению с улучшением функциональной активности, снижению сроков госпитализации на 39 %, большей удовлетворенности и меньшей выраженности болевого синдрома в послеоперационном периоде: уровень убедительности доказательств (УУД) – 2b [25].

Проведение декомпрессии и межтелового спондилодеза с фиксацией в лечении дегенеративной

патологии поясничного отдела позвоночника при использовании ERAS позволяет снизить сроки госпитализации [18, 20, 23, 24] и стоимость лечения [20, 23]. В группах ERAS отмечается более раннее восстановление и реабилитация [18], статистически достоверное снижение приема противорвотных средств после операции [22], а также снижение времени операции и кровопотери (УУД – 2b, 3b) [20, 23].

При лечении многоуровневого стеноза шейного отдела путем ламинопластики по Хирабаяши (K. Hirabayashi) снизились сроки пребывания в больнице почти на 2 сут, отмечен лучший контроль над болью и уменьшение частоты развития мочевого инфекции при сопоставимом уровне осложнений (УУД – 3b) [21]. В лечении шейных радикулопатий отмечено снижение в 2 раза сроков госпитализации с незначительным увеличением числа осложнений и с сохранением удовлетворенности пациентов результатами лечения [19] (УУД – 2b).

Данные позволяют сделать вывод, что технология ERAS эффективна и позволяет улучшать результаты лечения при дегенеративных заболеваниях позвоночника при включении ее в хирургический протокол.

Применение ERAS в хирургии деформаций позвоночника. Концепция ERAS легко применима к таким заболеваниям, как межпозвонковая грыжа поясничного диска или стеноз позвоночного канала, но кажется более трудной для применения на практике, когда дело доходит до сложных случаев [6]. Тем не менее, в лечении идиопатического подросткового сколиоза протокол ERAS позволил сократить сроки госпитализации без увеличения повторных госпитализаций, при лучшем контроле над болью [16, 17], снизить частоту побочных эффектов, связанных с опиоидами, вызвал более быструю мобилизацию и раннее прекращение пациент-контролируемой анальгезии (УУД – 2b, 3b) [16].

Технология ERAS зарекомендовала себя не только в лечении идиопатического сколиоза у детей и подростков [16, 17], но и у взрослых, в том числе со сложными деформациями [15]. В исследовании M. Angus (2019) в группе пациентов, которые проходили лечение по протоколу ERAS, выявили большую удовлетворенность лечением, снижение сроков госпитализации в среднем на 3 дня без риска возможных повторных госпитализаций в ближайшем послеоперационном периоде, экономическую эффективность, а также более высокие оценки персоналом проводимого лечения пациентов [15] (УУД – 2b).

ERAS в хирургии опухолевых поражений позвоночника и спинного мозга. Применение ERAS наиболее актуально у онкологических больных. В случае необходимости проведения операции на позвоночнике и спинном мозге с использованием ERAS такие пациенты быстрее проходят реабилитацию и успешнее восстанавливаются после операции для проведения дальнейшей терапии. Стоит акцентировать внимание, что методы

MISS теперь настоятельно рекомендуются для больных с онкологическим поражением позвоночника [5].

Так, в одном из первых исследований о применении ERAS в хирургии метастатических поражений позвоночника и спинного мозга R.M. Gras и соавт. [26] (см. табл. 3) продемонстрировали эффективность данной технологии в контроле послеоперационного болевого синдрома на фоне снижения потребления опиоидов. Однако наряду с сопоставимыми сроками госпитализации в группе ERAS отмечались несколько большая частота повторных госпитализаций на протяжении 1-го месяца после выписки (14,6 % против 8,9 % контрольной группы), а также более высокий уровень послеоперационных осложнений (31,7 % против 17,9 % контрольной группы). Авторы связывают данные факты с тяжестью и неконтролируемостью основного онкологического заболевания [26] (УУД – 3b).

В недавнем проспективном рандомизированном контролируемом исследовании B. Liu и соавт. [27] исследователи пришли к выводу, что внедрение протокола ERAS в хирургическое лечение интраспинальных опухолей эффективно и безопасно – проходит без увеличения частоты осложнений и необходимости проведения повторной операции (см. табл. 3). При этом сокращение сроков госпитализации связано и коррелировало с рядом факторов, к которым относятся: предоперационная углеводная «загрузка» (углеводный напиток за 2 ч перед операцией), использование рассасывающегося материала при ушивании раны, избегание использования дренажей, раннее удаление мочевых катетеров, энтеральная нагрузка и мобилизация пациента (УУД – 3b). Перечисленные меры, включая комплексный периоперационный уход, способствуют снижению стресс-реакции на операцию, поддержанию гомеостаза и закономерно приводят к улучшению клинических результатов [1].

ERAS: ключевые элементы и периоды. В рассматриваемых публикациях среднее число применяемых ключевых элементов протокола ERAS составило 13,7 (от 5 до 24). Такой разброс может быть обусловлен тем, что до сих пор нет единого протокола ERAS в спинальной хирургии, а также тем, что в популяции пациентов существуют большие различия в хирургии позвоночника, что диктует необходимость создания разных протоколов ERAS в зависимости от типа заболевания [5]. Так V.E. Staartjes и соавт. сообщили о наибольшем расхождении в сроках госпитализации пациентов с грыжей диска (98 % из них выписаны через 1 день) и прооперированных в технике Mi-TLIF (только 22 % пациентов выписаны через 1 день) [28]. Реализация различных элементов ERAS осуществляется в рамках пред-, интра- и послеоперационного периодов [6, 29–32].

Предоперационный период. Предоперационные элементы протокола ERAS направлены на подготовку

физического и функционального статусов пациента, а также включают в себя ознакомление с планируемым оперативным лечением и дальнейшим восстановлением [32].

Интраоперационный период. Прилагаются интраоперационные усилия для уменьшения негативного ответа на хирургическое лечение, а именно: использование малоинвазивной техники, местная регионарная или внутривенная анестезия (отказ от общей), адекватное комбинированное обезболивание с ограничением (или отказом) от применения опиоидов, избегание катетеризации мочевого пузыря [5]. Стресс, возникающий в ответ на серьезное хирургическое вмешательство, характеризуется фундаментальными метаболическими изменениями, которые приводят к иммуносупрессии, гиперкоагуляции, воспалительным реакциям, усилению катаболических процессов и выработке свободных радикалов и цитокинов. Данные патофизиологические изменения обусловлены изменением работы внутренних органов и приводят к нежелательным послеоперационным осложнениям, выраженному болевому синдрому, истощению, длительному восстановлению, а также возможному развитию у части пациентов синдрома послеоперационной когнитивной дисфункции, который связан с повышенным риском смертности в послеоперационном периоде [5, 24, 33]. Очевидно, что мероприятия, направленные на уменьшение хирургического стресса, чрезвычайно важны.

Послеоперационный период и амбулаторное наблюдение. В послеоперационном периоде цель ERAS состоит в том, чтобы помочь пациенту восстановить нормальный уровень активности. В это время крайне важен командный подход в реализации протокола лечения ERAS обученными специалистами, которые играют существенную роль в послеоперационном уходе за пациентом, включающем раннюю мобилизацию и работу с реабилитологом, уход за раной и удаление дренажа, адекватное обезболивание и ограниченное применение опиоидов, раннюю энтеральную нагрузку и профилактику кишечной непроходимости, а также активное амбулаторное наблюдение [5, 15, 20, 32, 34].

Обзорные работы, посвященные технологии ERAS в спинальной нейрохирургии. На момент литературного поиска выявлено 6 обзорных работ, посвященных технологии ERAS в спинальной нейрохирургии [3–6, 35, 36]. Из них только 4 представляют систематические обзоры литературы [3–5, 35].

Отличительная черта нашей работы по сравнению с рассматриваемыми — создание сводной таблицы по ключевым элементам ERAS в рамках периоперационного периода (см. табл. 2), которая синтезирована на основе анализа опубликованной литературы. Анализ рассматриваемых протоколов ERAS и их эффективности проводился в зависимости от раздела спинальной нейрохирургии (деформации, дегенеративные и опухолевые заболевания позвоночника). Отдельное внимание в нашем обзоре уделено рассмотрению

влияния технологии ERAS на осложнения и их структуру по сравнению с группой контроля.

Насколько известно, данный систематический обзор литературы — первый в отечественной литературе, который посвящен технологии ERAS в спинальной нейрохирургии.

Ограничения данного обзора. У проведенного систематического обзора существует несколько ограничений:

- риск систематической ошибки и, возможно, неполный объем выявленных публикаций, так как авторы анализировали только статьи, размещенные в базе данных PubMed, eLibrary, и не проводили поиск в Cochrane databases, Embase, MEDLINE и др.;
- на первоначальном этапе литературный поиск и отбор публикаций вел один исследователь, что может повлиять на риск систематической ошибки;
- у 5 публикаций [37–41], формально подходящих по содержанию абстракта, не удалось найти в силу разных причин полнотекстовые варианты статьи, в связи с чем они не включены в анализ;
- сводная таблица (см. табл. 2) по ключевым элементам ERAS может не учитывать какие-либо элементы, так как авторы основывались на анализе рассматриваемых публикаций и доступной литературы.

Несмотря на это, данный обзор, анализирующий публикации по рассматриваемой тематике, может стать основой для проведения дальнейших стандартизированных исследований, а также помочь организаторам здравоохранения в принятии решения о внедрении в клиническую практику протокола ERAS в спинальной нейрохирургии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данные проведенного систематического обзора литературы убедительно демонстрируют, что технология ERAS в спинальной нейрохирургии — многообещающий эффективный инструмент. Внедрение в клиническую практику ERAS-программы показывает позитивные результаты:

- сокращение сроков госпитализации и реабилитации на фоне сохранения или повышения у пациентов и медперсонала удовлетворенности результатами лечения;
- сокращение времени операции и кровопотери;
- снижение выраженности послеоперационного болевого синдрома и лучший контроль над болью;
- уменьшение использования опиоидов и связанных с ними побочных эффектов, приема противорвотных средств;
- снижение частоты мочевых, инфекционных и тромбоземболических осложнений;
- уменьшение общей стоимости лечения.

Текущие сведения о применении технологии ERAS в хирургии позвоночника в абсолютном большинстве ограничиваются ретроспективными

нерандомизированными наборами данных. В связи с этим необходимы дальнейшие проспективные рандомизированные исследования для объективизации полученных данных и разработки эффективных научно-обоснованных протоколов ERAS для различных разделов спинальной нейрохирургии.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Ljungqvist O., Scott M., Fearon K.C. Enhanced recovery after surgery: A review. *JAMA Surg* 2017;152(3):292–8. DOI: 10.1001/jamasurg.2016.4952.
- Kehlet H. Multimodal approach to control postoperative pathophysiology and rehabilitation. *Br J Anaesth* 1997;78(5):606–17. DOI: 10.1093/bja/78.5.606.
- Burgess L.C., Arundel J., Wainwright T.W. The effect of preoperative education on psychological, clinical and economic outcomes in elective spinal surgery: A systematic review. *Healthcare (Basel)* 2019;7(1):48. DOI: 10.3390/healthcare7010048.
- Elsarrag M., Soldozy S., Patel P. et al. Enhanced recovery after spine surgery: A systematic review. *Neurosurg Focus* 2019;46(4):E3. DOI: 10.3171/2019.1.FOCUS18700.
- Dietz N., Sharma M., Adams S. et al. Enhanced recovery after surgery (ERAS) for spine surgery: A systematic review. *World Neurosurg* 2019;130:415–26. DOI: 10.1016/j.wneu.2019.06.181.
- Corniola M.V., Debono B., Joswig H. et al. Enhanced recovery after spine surgery: Review of the literature. *Neurosurg Focus* 2019;46(4):E2. DOI: 10.3171/2019.1.FOCUS18657.
- Debono B., Sabatier P., Garnault V. et al. Outpatient lumbar microdiscectomy in France: From an economic imperative to a clinical standard—an observational study of 201 cases. *World Neurosurg* 2017;106:891–7. DOI: 10.1016/j.wneu.2017.07.065.
- Chin K.R., Ricchetti E.T., Yu W.D. et al. Less exposure surgery for multilevel anterior cervical fusion using 2 transverse incisions. *J Neurosurg Spine* 2012;17(3):194–8. DOI: 10.3171/2012.5.SPINE111112.
- Carr D.A., Saigal R., Zhang F. et al. Enhanced perioperative care and decreased cost and length of stay after elective major spinal surgery. *Neurosurg Focus* 2019;46(4):E5. DOI: 10.3171/2019.1.FOCUS18630.
- Wang M.Y., Lerner J., Lesko J., McGirt M.J. Acute hospital costs after minimally invasive versus open lumbar interbody fusion: Data from a US national database with 6106 patients. *J Spinal Disord Tech* 2012;25(6):324–8. DOI: 10.1097/BSD.0b013e318220be32.
- Nasser R., Yadla S., Maltenfort M.G. et al. Complications in spine surgery. *J Neurosurg Spine* 2010;13(2):144–57. DOI: 10.3171/2010.3.SPINE09369.
- Carreon L.Y., Puno R.M., Dimar J.R. 2nd et al. Perioperative complications of posterior lumbar decompression and arthrodesis in older adults. *J Bone Joint Surg Am* 2003;85(11):2089–92. DOI: 10.2106/00004623-200311000-00004.
- Yadla S., Maltenfort M.G., Ratliff J.K., Harrop J.S. Adult scoliosis surgery outcomes: A systematic review. *Neurosurg Focus* 2010;28(3):E3. DOI: 10.3171/2009.12.FOCUS09254.
- Moher D., Liberati A., Tetzlaff J. et al. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *PLoS Med* 2009;6(7): e1000097. DOI: 10.1371/journal.pmed.1000097.
- Angus M., Jackson K., Smurthwaite G. et al. The implementation of enhanced recovery after surgery (ERAS) in complex spinal surgery. *J Spine Surg* 2019;5(1):116–23. DOI: 10.21037/jss.2019.01.07.
- Gornitzky A.L., Flynn J.M., Muhly W.T., Sankar W.N. A rapid recovery pathway for adolescent idiopathic scoliosis that improves pain control and reduces time to inpatient recovery after posterior spinal fusion. *Spine Deform* 2016;4(4):288–95. DOI: 10.1016/j.jspd.2016.01.001.
- Muhly W.T., Sankar W.N., Ryan K. et al. Rapid recovery pathway after spinal fusion for idiopathic scoliosis. *Pediatrics* 2016;137(4) e20151568. DOI: 10.1542/peds.2015-1568.
- Ali Z.S., Flanders T.M., Ozturk A.K. et al. Enhanced recovery after elective spinal and peripheral nerve surgery: Pilot study from a single institution. *J Neurosurg* 2019;30(4):532–40. DOI: 10.3171/2018.9.SPINE18681.
- Debono B., Sabatier P., Boniface G. et al. Implementation of enhanced recovery after surgery (ERAS) protocol for anterior cervical discectomy and fusion: A propensity score-matched analysis. *Eur Spine J* 2021;30(2):560–7. DOI: 10.1007/s00586-020-06445-0.
- Feng C., Zhang Y., Chong F. et al. Establishment and implementation of an enhanced recovery after surgery (ERAS) pathway tailored for minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion surgery. *World Neurosurg* 2019;129:e317–23. DOI: 10.1016/j.wneu.2019.05.139.
- Li J., Li H., Xv Z.K. Enhanced recovery care versus traditional care following laminoplasty: A retrospective case-cohort study. *Medicine (Baltimore)* 2018;97(48):e13195. DOI: 10.1097/MD.00000000000013195.
- Smith J., Probst S., Calandra C. et al. Enhanced recovery after surgery (ERAS) program for lumbar spine fusion. *Perioper Med (Lond)* 2019;8:4. DOI: 10.1186/s13741-019-0114-2.
- Wang M.Y., Chang H.K., Grossman J. Reduced acute care costs with the ERAS[®] minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion compared with conventional minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion. *Neurosurgery* 2018;83(4):827–34. DOI: 10.1093/neuros/nyx400.
- Wang P., Wang Q., Kong C. et al. Enhanced recovery after surgery (ERAS) program for elderly patients with short-level lumbar fusion. *J Orthop Surg Res* 2020;15(1):299. DOI: 10.1186/s13018-020-01814-3.
- Nazarenko A.G., Kononov N.A., Krutko A.V. et al. Postoperative applications of the fast track technology in patients with herniated intervertebral discs of the lumbosacral spine. *Zh Vopr Neirokhir Im N N Burdenko* 2016;80(4):5–12. DOI: 10.17116/neiro20168045-12.
- Grasu R.M., Cata J.P., Dang A.Q. et al. Implementation of an enhanced recovery after spine surgery program at a large cancer center: A preliminary analysis. *J Neurosurg Spine* 2018;29(5):588–98. DOI: 10.3171/2018.4.SPINE171317.
- Liu B., Liu S., Wang Y. et al. Enhanced recovery after intraspinal tumor surgery: A single-institution randomized controlled study. *World Neurosurg* 2020;136:e542–52. DOI: 10.1016/j.wneu.2020.01.067.
- Staaertjes V.E., de Wispelaere M.P., Schröder M.L. Improving recovery after elective degenerative spine surgery: 5-year experience with an enhanced recovery after surgery (ERAS) protocol. *Neurosurg Focus* 2019;46(4):E7. DOI: 10.3171/2019.1.FOCUS18646.
- Mesfin F.B., Hoang S., Ortiz Torres M.J. et al. Retrospective data analysis and literature review for a development of enhanced recovery after surgery pathway for anterior cervical discectomy and fusion. *Cureus* 2020;12(2):e6930. DOI: 10.7759/cureus.6930.

30. Turchini M., Del Naja C, Tancredi A. Enhanced recovery after surgery: A patient centered process. *J Vis Surg* 2018;4(2):40. DOI: 10.21037/jovs.2018.01.20.
31. Wang M.Y., Chang P.Y., Grossman J. Development of an enhanced recovery after surgery (ERAS) approach for lumbar spinal fusion. *J Neurosurg Spine* 2017;26(4):411–8. DOI: 10.3171/2016.9.SPINE16375.
32. Ali Z.S., Ma T.S., Ozturk A.K. et al. Pre-optimization of spinal surgery patients: Development of a neurosurgical enhanced recovery after surgery (ERAS) protocol. *Clin Neurol Neurosurg* 2018;164:142–53. DOI: 10.1016/j.clineuro.2017.12.003.
33. Ezhevskaya A.A., Ovechkin A.M., Prusakova Z.B. et al. Relationship among anesthesia technique, surgical stress, and cognitive dysfunction following spinal surgery: A randomized trial. *J Neurosurg Spine* 2019;31(6):894–901. DOI: 10.3171/2019.4.SPINE184.
34. Brusko G.D., Kolcun J.P.G., Heger J.A. et al. Reductions in length of stay, narcotics use, and pain following implementation of an enhanced recovery after surgery program for 1- to 3-level lumbar fusion surgery. *Neurosurg Focus* 2019;46(4):E4. DOI: 10.3171/2019.1.FOCUS18692.
35. Tong Y., Fernandez L., Bendo J.A., Spivak J.M. Enhanced recovery after surgery trends in adult spine surgery: A systematic review. *Int J Spine Surg* 2020;14(4):623–40. DOI: 10.14444/7083.
36. Wainwright T.W., Immins T., Middleton R.G. Enhanced recovery after surgery (ERAS) and its applicability for major spine surgery. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol* 2016;30(1):91–102. DOI: 10.1016/j.bpa.2015.11.001.
37. Adeyemo E.A., Aoun S.G., Barrie U. et al. Enhanced recovery after surgery reduces postoperative opioid use and 90-day readmission rates after open thoracolumbar fusion for adult degenerative deformity. *Neurosurgery* 2021;88(2):295–300. DOI: 10.1093/neuros/nyaa399.
38. Flanders T.M., Ifrach J., Sinha S. et al. Reduction of postoperative opioid use after elective spine and peripheral nerve surgery using an enhanced recovery after surgery program. *Pain Med* 2020;21(12):3283–91. DOI: 10.1093/pm/pnaa233.
39. Yang Y., Wu X., Wu W. et al. Enhanced recovery after surgery (ERAS) pathway for microendoscopy-assisted minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion. *Clin Neurol Neurosurg* 2020;196:106003. DOI: 10.1016/j.clineuro.2020.106003.
40. Ifrach J., Basu R., Joshi D.S. et al. Efficacy of an enhanced recovery after surgery (ERAS) pathway in elderly patients undergoing spine and peripheral nerve surgery. *Clin Neurol Neurosurg* 2020;197:106115. DOI: 10.1016/j.clineuro.2020.106115.
41. d'Astorg H., Fiere V., Dupasquier M. et al. Enhanced recovery after surgery (ERAS) protocol reduces LOS without additional adverse events in spine surgery. *Orthop Traumatol Surg Res* 2020;106(6):1167–73. DOI: 10.1016/j.otsr.2020.01.017.

Вклад авторов:

А.П. Сайфуллин: сбор и обработка материала, анализ данных, разработка концепции и дизайна исследования, статистическая обработка данных, научное редактирование статьи;

А.Я. Алейник: разработка дизайна исследования, анализ данных, научное редактирование статьи;

А.Е. Боков: научное редактирование статьи, анализ данных;

Ю.А. Израелян: научное редактирование статьи, анализ данных;

С.Г. Млявях: разработка дизайна исследования, анализ данных, научное редактирование статьи.

Authors' contributions

A.P. Sayfullin: obtaining data for analysis, performed data analysis, research idea and design, statistical analysis, scientific editing of the article;

A.Ya. Aleynik: research design, performed data analysis, scientific editing of the article;

A.E. Bokov: scientific editing of the article, performed data analysis;

Yu.A. Israelyan: scientific editing of the article, performed data analysis;

S.G. Mlyavykh: research design, performed data analysis, scientific editing of the article.

ORCID авторов / ORCID of authors

А.П. Сайфуллин / A.P. Sayfullin: <https://orcid.org/0000-0003-0108-398X>

А.Я. Алейник / A.Ya. Aleynik: <https://orcid.org/0000-0002-1761-1022>

А.Е. Боков / A.E. Bokov: <https://orcid.org/0000-0002-5203-0717>

Ю.А. Израелян / Yu.A. Israelyan: <https://orcid.org/0000-0002-4480-1884>

С.Г. Млявях / S.G. Mlyavykh: <https://orcid.org/0000-0002-6310-4961>

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Financing. The study was performed without external funding.

Статья поступила: 21.12.2020. **Принята к публикации:** 26.10.2021.

Article submitted: 21.12.2020. **Accepted for publication:** 26.10.2021.

DOI: 10.17650/1683-3295-2021-24-1-101-109



ЧРЕСКОЖНАЯ ЛАЗЕРНАЯ НУКЛЕОПЛАСТИКА НА ПОЯСНИЧНОМ УРОВНЕ: ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

В.А. Белобородов¹, И.А. Степанов^{1,2}¹ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет» Минздрава России; Россия, 664003 Иркутск, ул. Красного Восстания, 1;²ООО «Харлампиевская клиника»; Россия, 664025 Иркутск, ул. Горького, 8**Контакты:** Иван Андреевич Степанов stepanovivanneuro@gmail.com

Цель исследования – представить анализ клинических испытаний по изучению клинической эффективности и безопасности методики чрескожной лазерной нуклеопластики на основе сделанного обзора российских и зарубежных исследований.

Представлены современные литературные данные, освещающие вопросы показаний, противопоказаний, техники выполнения, эффективности и безопасности методики чрескожной лазерной декомпрессии межпозвонковых дисков у пациентов с дегенеративным заболеванием поясничных межпозвонковых дисков. Изложены современные данные о выборе наиболее рациональной тактики хирургического лечения пациентов с данной патологией. Обозначены актуальные, остающиеся нерешенными вопросы, что диктует необходимость проведения крупных рандомизированных плацебо-контролируемых клинических исследований с включением результатов последних в систематические обзоры и метаанализы.

Ключевые слова: межпозвонковый диск, поясничный отдел позвоночника, чрескожная лазерная декомпрессия межпозвонковых дисков, клиническая эффективность, нежелательные явления

Для цитирования: Белобородов В.А., Степанов И.А. Чрескожная лазерная нуклеопластика на поясничном уровне: обзор литературы. Нейрохирургия 2022;24(1):101–9. DOI: 10.17650/1683-3295-2022-24-1-101-109.

Percutaneous laser nucleoplasty at lumbar level: Literature review

V.A. Beloborodov¹, I.A. Stepanov^{1,2}¹Irkutsk State Medical University; 1 Krasnogo Vosstaniya Str., Irkutsk 664003, Russia;²Kharlampiev Clinic; 8 Gorky Str., Irkutsk 664025, Russia**Contacts:** Ivan Andreevich Stepanov stepanovivanneuro@gmail.com

The purpose of the study – to present an analysis of clinical trials to study the clinical efficacy and safety of the technique of percutaneous laser decompression of intervertebral discs based on a review of Russian and foreign studies.

The review article presents modern literature data covering the issues of indications, contraindications, technique, efficacy and safety of percutaneous laser disc decompression in patients with degenerative disease of the lumbar intervertebral discs. The publication present modern data on the choice of the most rational tactics for surgical treatment of patients with this pathology. Relevant, unresolved issues are indicated, which dictates the need for large randomized placebo-controlled clinical trials, with the inclusion of the latter's results in systematic reviews and meta-analyzes.

Key words: intervertebral disc, lumbar spine, percutaneous laser disc decompression, clinical efficacy, adverse events

For citation: Beloborodov V.A., Stepanov I.A. Percutaneous laser nucleoplasty at lumbar level: Literature review. Neyrokhirurgiya = Russian Journal of Neurosurgery 2022;24(1):101–9. (In Russ.). DOI: 10.17650/1683-3295-2022-24-1-101-109.

ВВЕДЕНИЕ

Боль в нижней части спины с иррадиацией (или без нее) в нижние конечности, обусловленная дегене-

ративным заболеванием межпозвонковых дисков (ДЗД) в поясничном отделе позвоночника, – ведущая причина утраты трудоспособности населения в возрасте

от 25 до 45 лет в индустриально развитых странах мира [1, 2]. Показатель заболеваемости данной нозологической формой варьирует в широких пределах и составляет 50–150 случаев на 100 тыс. населения в год [3]. При отсутствии эффекта от выполняемых консервативных и парахирургических методов лечения у пациентов с ДЗД поясничного отдела позвоночника в течение 4–6 нед показано выполнение планового оперативного вмешательства [4]. Традиционные оперативные вмешательства по поводу ДЗД, как правило, ассоциированы с продолжительной госпитализацией, длительным периодом реабилитации и некоторыми видами нежелательных явлений [5]. По этой причине одно из наиболее актуальных и перспективных направлений современной спинальной хирургии – поиск минимально-инвазивных методов хирургического лечения указанной группы пациентов.

Чрескожная лазерная декомпрессия межпозвонковых дисков (ЧЛДД) – современный минимально-инвазивный метод хирургического лечения пациентов с ДЗД поясничного отдела позвоночного столба. Операция относится к группе пункционных хирургических методик, не требует специального анестезиологического обеспечения и позволяет значительно сократить сроки госпитализации и послеоперационной реабилитации пациентов. В свою очередь, короткий период реабилитации пациентов способствует скорейшему восстановлению трудоспособности [6–8]. Все вышперечисленное, безусловно, представляет ЧЛДД как перспективную альтернативу традиционным методам хирургического лечения пациентов с ДЗД.

Поиск литературных источников в научных базах данных MEDLINE, Embase, Cochrane Library и eLibrary продемонстрировал значительное количество исследований, посвященных изучению эффективности и безопасности методики ЧЛДД у пациентов с ДЗД поясничного отдела позвоночника. Необходимо отметить, что результаты исследований по данной теме неоднозначны, что и стало побудительным мотивом к написанию данного литературного обзора.

Цель обзора – анализ современных литературных данных, посвященных изучению методики ЧЛДД, техники выполнения, эффективности и безопасности методики, а также показаний и противопоказаний для пациентов с ДЗД.

ИСТОРИЯ

Впервые методика ЧЛДД применена в 1986 г. у пациента с грыжей межпозвонкового диска поясничного отдела позвоночного столба, а спустя год в разделе Letter to the Editor научно-медицинского периодического издания New England Journal of Medicine представлены первые результаты применения ЧЛДД в клинической серии, включающей 12 пациентов с ДЗД поясничного отдела [9]. Уже в 1991 г. Управлением по санитарному надзору за качеством пищевых про-

дуктов и медикаментов (Food and Drug Administration, FDA) процедура ЧЛДД одобрена к использованию в широкой клинической практике [10]. Также с этого момента начато активное изучение клинической эффективности ЧЛДД, опубликован ряд обзорных работ и оригинальных исследований. Так, в литературных обзорах P. Goupille и соавт. [8] и B. Schenk и соавт. [11] впервые подробно описаны показания, противопоказания, техника выполнения и возможные осложнения использования методики ЧЛДД у пациентов с ДЗД поясничного отдела позвоночника. В наблюдательных когортных исследованиях D.S. Chou [12], а также A. Gangi и соавт. [13] опубликованы успешные результаты применения процедуры ЧЛДД у пациентов с грыжами поясничных межпозвонковых дисков. Систематический обзор V. Singh и соавт. [14] объединил результаты 17 исследований различного дизайна (ретроспективные, наблюдательные, проспективные и случай–контроль) и продемонстрировал высокую клиническую эффективность методики ЧЛДД у пациентов с ДЗД поясничного отдела позвоночного столба. Однако авторы указанного систематического обзора подчеркнули, что отсутствие рандомизированных контролируемых клинических исследований не позволяет убедительно высказаться в отношении высокой клинической эффективности ЧЛДД. В 2017 г. P.A. Brouwer и соавт. [7] представили результаты проспективного рандомизированного контролируемого клинического исследования, посвященного сравнению клинической эффективности методик ЧЛДД и микродискэктомии у пациентов с грыжами межпозвонковых дисков поясничного отдела позвоночного столба: наглядно доказано, что процедура ЧЛДД по своей клинической эффективности не уступает поясничной микродискэктомии и сопряжена с достоверно низкой распространенностью нежелательных явлений.

ОБОСНОВАНИЕ И МЕХАНИЗМ ДЕЙСТВИЯ

Методика ЧЛДД основана на чрескожном введении оптического волокна (проводника лазерного излучения) в середину межпозвонкового диска с помощью специальной пункционной иглы, как показано на рисунке [13]. Лазерное излучение нагревает часть пульпозного ядра до критических значений температуры и последующего его «выпаривания», что приводит к снижению внутридискового давления. В свою очередь, снижение внутридискового давления способствует регрессу болевого синдрома как в нижней части спины, так и в нижних конечностях [15].

Выбор длины волны излучения. В настоящее время единого мнения в отношении выбора наиболее оптимального типа лазера, мощности и длительности излучения нет. Наибольшее распространение в клинической практике спинальных хирургов получили лазеры, излучающие в инфракрасном диапазоне: кристалл иттрий-алюминиевого граната, легированный неодимом;

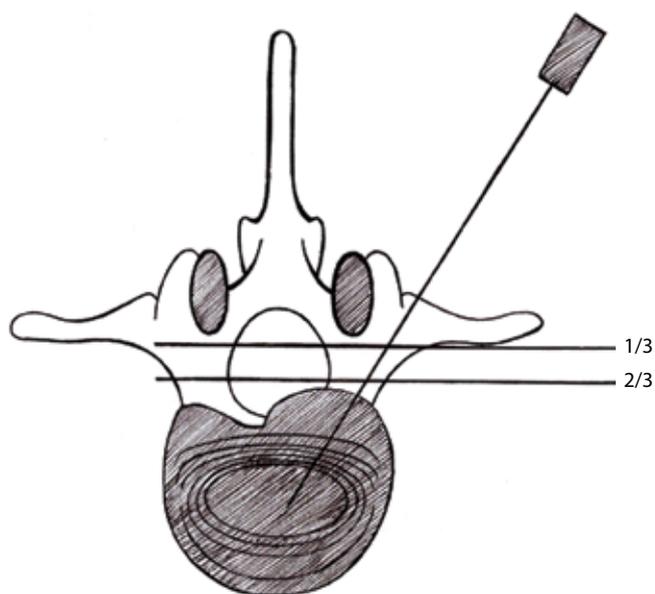


Схема выполнения методики чрескожной лазерной декомпрессии межпозвоночных дисков поясничного отдела [13]

Scheme of implementation of the technique of percutaneous laser decompression of intervertebral discs of the lumbar region [13]

кристалл иттрий-алюминиевого граната, легированный гольмием; диодный лазер. А также и в зеленом диапазоне: двухчастотный кристалл иттрий-алюминиевого граната, легированный неодимом; кристалл титанил-фосфата калия [16–19]. Мощность лазерного излучения, безусловно, имеет важнейшее значение в достижении необходимого клинического результата. Так, низкая мощность излучения может привести к «выпариванию» недостаточного количества ткани пульпозного ядра и, как следствие, к недостаточной внутридисковой декомпрессии [20]. С другой стороны, высокая мощность лазерного излучения может выступить причиной выраженного повреждения и ожога не только пульпозного ядра, но и фиброзного кольца с окружающими сосудисто-нервными структурами [18]. Важно отметить, что мощность должна строго соответствовать длительности импульсов лазерного излучения и паузам между ними. «Выпаривание» ткани пульпозного ядра во многом зависит от степени поглощения энергии молекулами воды, а потому длина волны лазерного излучения должна строго соответствовать полосе поглощения воды (ок. 1950 нм) [18]. До настоящего времени клинические исследования, посвященные изучению выбора оптимальной длины волны лазерного излучения при выполнении внутридисковой декомпрессии, отсутствуют.

В экспериментальном исследовании на кадаверных межпозвоночных дисках поясничного отдела позвоночника D.S. Chou и соавт. [21] оценили степень «выпаривания» ткани пульпозного ядра при использовании различных типов лазеров с определенной длиной волны (эксимерный лазер с длиной волны 193 нм;

аргоновый — 488 и 514 нм; на основе кристалла иттрий-алюминиевого граната, легированный неодимом — 1064 и 1318 нм; на основе кристалла иттрий-алюминиевого граната, легированный гольмием — 2150 нм; на основе кристалла иттрий-алюминиевого граната, легированный эрбием — 2940 нм; CO₂-лазер — 10600 нм). Образцы кадаверных межпозвоночных дисков взвешивали до и после выполнения процедуры лазерной декомпрессии. Сделано заключение, что наибольшей степенью «выпаривания» ткани пульпозного ядра при адекватной мощности облучения обладают следующие лазеры: на основе кристалла иттрий-алюминиевого граната, легированный эрбием (2940 нм) и CO₂-лазер (10600 нм). Однако авторы подчеркнули, что перечисленные типы аппаратов сложны в техническом использовании. С учетом этого, а также всех перечисленных параметров и характеристик оптимальным типом выступает лазер на основе кристалла иттрий-алюминиевого граната, легированный неодимом (1064 нм).

Активность диодного лазера с длиной волны 805 нм, усиленного введением индоцианинового зеленого, изучена в эксперименте на межпозвоночных дисках собак. Введение индоцианинового зеленого позволяет увеличить степень «выпаривания» ткани пульпозного ядра диодным лазером до 100 раз. Использование диодного лазера с мощностью излучения 1, 3 и 5 Вт, усиленного введением индоцианинового зеленого, достоверно снижает вес пульпозного ядра дисков собак на 20, 45 и 65 % соответственно. Также отмечено, что без усиления действия за счет индоцианинового зеленого эффективная мощность лазерного излучения должна бы составить не менее 15 Вт, что могло бы привести к повреждению окружающих тканей [22].

Объем «выпаривания» ткани пульпозного ядра. Результаты наблюдений, изучающих объем «выпаривания» пульпозного ядра при использовании лазерного излучения, значительно разнятся. Так, D.S. Chou и соавт. [23] в своей работе показали, что использование лазера на основе кристалла иттрий-алюминиевого граната, легированного неодимом (энергия — 1000 Дж, длина волны — 1064 нм), позволяет уменьшить массу пульпозного ядра на 98 мг. В сообщении M. Buchelt и соавт. [24] отмечено, что применение лазера на основе кристалла иттрий-алюминиевого граната, легированного гольмием (мощность излучения 20 Вт, энергия — 500 Дж), значительно снижает массу ткани пульпозного ядра. Изучая объем «выпаривания» ткани пульпозного ядра межпозвоночных дисков человека K. Min и соавт. [25] пришли к следующему выводу: использование лазера на основе кристалла иттрий-алюминиевого граната, легированного гольмием (длина волны — 2100 нм), достоверно снижает массу пульпозного ядра на 0,6 г. В экспериментальном исследовании B.A. Schlangmann и соавт. [26] подробно изучены степени «выпаривания» ткани пульпозного ядра человеческих и бычьих

межпозвонковых дисков в зависимости от длины волны лазерного излучения и создаваемой локальной температуры. В результате заключили, что определяющее значение в степени «выпаривания» ткани межпозвонкового диска имеет высвобождаемая энергия, а наиболее эффективны лазеры на основе кристалла иттрий-алюминиевого граната, легированного гольмием и неодимом.

Снижение внутридискового давления. Ряд авторов считает, что межпозвонковый диск представляет собой биологическую гидравлическую систему, в которой уменьшение объема ткани неминуемо приводит к снижению внутридискового давления. Так, T. Yonezawa и соавт. [27], а также D.S. Choу и S. Diwan [28] доказали в эксперименте на межпозвонковых дисках кроликов, что значение внутридискового давления значительно снижается после «выпаривания» пульпозного ядра с помощью лазера на основе кристалла иттрий-алюминиевого граната, легированного неодимом (1064 нм). В другом экспериментальном наблюдении D.S. Choу и P. Altman [29] наглядно продемонстрировано, что «выпаривание» ткани пульпозного ядра кадаверных межпозвонковых дисков с помощью лазера (1320 нм) на основе кристалла иттрий-алюминиевого граната, легированного неодимом, позволяет снизить внутридисковое давление на 56 % (с 2419 ± 569 до 1344 ± 601 мм рт. ст.).

Биохимические реакции в пульпозном ядре при использовании лазерного излучения. В экспериментальных работах на моделях межпозвонковых дисков кроликов P. Goupille и соавт. [30] и K. Iwatsuki и соавт. [31] подробно изучили уровень содержания провоспалительных биологически активных веществ (фосфолипаза А2 и простагландин Е2) в ткани пульпозного ядра после «выпаривания» последнего с помощью лазерного излучения, а также скорость нервной проводимости корешков спинного мозга. Сделан вывод, что «выпаривание» ткани пульпозного ядра способствует статистически значимому увеличению скорости проведения нервного импульса по корешкам спинного мозга, а также снижению уровня содержания фосфолипазы А2 и простагландина Е2 в ткани пульпозного ядра. К сожалению, подобных исследований, изучающих влияние процедуры ЧЛДД на активность нервной системы и течение воспалительного процесса в ткани межпозвонкового диска человека, более не найдено.

Структурные изменения в межпозвонковом диске и окружающих тканях. Доказано, что лазерное излучение высокой мощности может привести к повреждению структур межпозвонкового диска и окружающих тканей [32, 33]. Так, Y. Anzai и соавт. [34] изучали особенности магнитно-резонансной томографии (МРТ) в стандартных режимах паравертебральных мышц кроликов после выполнения процедуры ЧЛДД лазером на основе кристалла иттрий-алюминиевого граната,

легированного неодимом. Исследователями описаны 3 области пульпозного ядра различной интенсивности на рутинных T1- и T2-взвешенных изображениях, которые соответствовали зонам «вакуолизации», коагуляционного некроза и выраженного интерстициального отека. Так, J.J. Phillips и соавт. [35] отметили достоверное снижение интенсивности сигнала трупных межпозвонковых дисков (данные T2-взвешенного МРТ-изображения после использования лазера на основе кристалла иттрий-алюминиевого граната, легированного гольмием). Гистологическое исследование межпозвонковых дисков выявило наличие множественных очагов «вакуолизации» и некроза за счет термической коагуляции белков.

В наблюдении H. Tonami и соавт. [36] изучались изменения размеров грыж межпозвонковых дисков, а также сигнал от межпозвонкового диска и смежного с ним тела позвонка (T2-взвешенные изображения) после выполнения ЧЛДД. Достоверных различий в размерах грыж межпозвонковых дисков не отмечено, но верифицировано увеличение интенсивности сигнала (T2-изображения МРТ от ткани оперированного диска и смежного с ним тела позвонка). С другой стороны, O.A. Cvitanic и соавт. [37] не обнаружили статистически значимых различий в размерах грыж межпозвонковых дисков, а также не отметили увеличения интенсивности сигнала от ткани пульпозного ядра и замыкательной пластики.

Так, M. Sato и соавт. [38] изучали влияние мощности лазерного излучения (на основе кристалла иттрий-алюминиевого граната, легированного гольмием) на клетки межпозвонкового диска. Исследователи пришли к выводу, что высокая мощность излучения отрицательно влияет на состояние клеток диска, приводит к разрушению цитоплазматической мембраны и гибели последних. С другой стороны, малая мощность лазерного излучения способствует пролиферации клеток межпозвонкового диска, увеличению биосинтеза протеогликанов и восстановлению структуры пульпозного ядра и фиброзного кольца.

ПОКАЗАНИЯ, ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ И НЕЖЕЛАТЕЛЬНЫЕ ЯВЛЕНИЯ

Основные показания к выполнению процедуры ЧЛДД сформулированы и впоследствии дополнены A. Gangi и соавт. [13]. Так, для пациентов с ДЗД поясничного отдела для назначения процедуры ЧЛДД существуют основные показания [13]:

- грыжа поясничного межпозвонкового диска:
 - подтвержденная данными МРТ/МСКТ-исследования;
 - без признаков миграции или секвестрации;
 - без признаков стенозирования позвоночного канала;
- клиничко-неврологические проявления компрессионных корешков спинного мозга:

- боль в нижней части спины с иррадиацией в нижнюю конечность – положительный симптом Ласега (E.Ch. Lasegue);
 - нарушение чувствительности в виде пареза или гипестезии в зоне иннервации корешка спинного мозга;
 - снижение сухожильных рефлексов;
 - отсутствие клинической эффективности от консервативного лечения в течение не менее 4–6 нед.
- Противопоказания для пациентов с ДЗД поясничного отдела при назначении процедуры ЧЛДД [13]:
- болезни кровоточивости;
 - спондилолистез;
 - стеноз позвоночного канала;
 - наличие в анамнезе ранее выполненных оперативных вмешательств на поясничном отделе позвоночного столба;
 - выраженное снижение высоты межпозвонкового диска;
 - наличие психиатрических нозологических форм;
 - беременность;
 - выраженный неврологический дефицит, в том числе и признаки каудогенной перемежающейся хромоты.

D.D. Ohnmeiss и соавт. [39] и D.S. Choy и соавт. [40] особое внимание уделяют строгому отбору пациентов с ДЗД поясничного отдела для выполнения методики ЧЛДД. Данная методика представляет собой минимально-инвазивную хирургическую процедуру, позволяющую избежать недостатков традиционных открытых оперативных вмешательств на позвоночнике (повреждение паравертебральных мышц, кровотечение, инфекции в области хирургического вмешательства, продолжительная госпитализация и длительный период реабилитации) и достигнуть положительного клинического результата [7].

Принято классифицировать нежелательные явления, ассоциированные с выполнением методики ЧЛДД, на интра- и послеоперационные [41]. Одно из наиболее распространенных осложнений, связанных с выполнением данной хирургической процедуры, – спондилодисцит [42]. По мнению ряда исследователей, частота встречаемости спондилодисцита варьирует от 0 до 1,2 % в зависимости от его формы (септическая или асептическая) [43]. Как правило, асептический спондилодисцит возникает в результате термического повреждения структур межпозвонкового диска и (или) замыкательных пластинок [32]. Основная цель ЧЛДД – «выпаривание» ткани пульпозного ядра, снижение внутрисдискового давления при максимальном сохранении целостности фиброзного кольца. Следовательно, мощность лазерного излучения должна контролироваться хирургом с целью предупреждения термического повреждения окружающих тканей [11]. Также повреждения можно предупреждать путем постоянного вербального контакта с пациентом на про-

тяжении всего оперативного вмешательства. Так, появление выраженной боли у пациента в нижней части спины и (или) нижних конечностях может свидетельствовать о возникновении термического повреждения окружающих пульпозное ядро тканей и сигналом к прекращению подачи лазерного излучения [11]. Септический спондилодисцит возникает при попадании инфекционного агента в толщу межпозвонкового диска [44, 45]. Применение периоперационной антибиотикопрофилактики может снизить риск развития септического спондилодисцита, однако в систематических обзорах S.G. Karoog и соавт. [46] и P.C. Willems и соавт. [47] наглядно продемонстрировано отсутствие достоверной эффективности использования антибактериальных лекарственных средств в профилактике септического спондилодисцита у пациентов, перенесших дискографию. А в сообщении P. Vescovi и соавт. [48] отмечено, что лазерное излучение обладает бактерицидным действием.

Кровотечение, в том числе и формирование эпидуральной гематомы, – нередкое осложнение при выполнении процедуры ЧЛДД [49, 50]. Другое распространенное нежелательное явление в интра- и послеоперационных периодах – побочные эффекты лекарственных препаратов для внутривенной седации и местной инфильтрационной анестезии при выполнении ЧЛДД [51–53].

Одно из наиболее распространенных интраоперационных осложнений, связанных с применением СО₂-лазера при выполнении процедуры ЧЛДД, – термическое повреждение корешка спинного мозга. По мнению ряда исследователей, частота встречаемости данного нежелательного явления составляет ок. 8 % [54, 55]. Так, В. Schenk и соавт. [11] считают, что термический ожог невралжных структур эффективно предупреждается использованием металлической канюли при выполнении ЧЛДД. В клинической серии D.D. Ohnmeiss и соавт. [39], основанной на анализе результатов применения методики ЧЛДД у 164 пациентов с ДЗД поясничного отдела, отмечено развитие нарушений чувствительности у 14 респондентов в раннем послеоперационном периоде. У 12 пациентов из них отмечались дерматомные парез- и (или) гипестезии, а в 2 случаях выявлены признаки стойкой вегетативной симпатической дисфункции. В мультицентровом ретроспективном клиническом исследовании Н.М. Мауег и соавт. [56], включающем анализ результатов применения ЧЛДД у 658 пациентов, развитие нежелательных явлений в интра- и послеоперационных периодах составило 1,1 и 1,5 % соответственно. Среди интраоперационных нежелательных явлений стоит отметить повреждение *a. iliolumbalis* (1 случай) и *a. sigmoidea* (1 случай) – с термическим ожогом поперечного отростка и прилежащего мышечно-апоневротического слоя. К послеоперационным осложнениям отнесено повреждение L5-корешка спинного мозга

с формированием стойкого неврологического дефицита (4 случая). В работе N. E. Epstein [57] у 1 пациента в раннем послеоперационном периоде отмечены признаки развития подострого синдрома *cauda equina*.

В экспериментальном исследовании Z. Cselik и соавт. [58] доказали, что длина волны лазерного излучения достоверно коррелирует с частотой встречаемости интраоперационных нежелательных явлений. Так, использование лазерного излучения с длиной волны 1470 нм не приводит к повреждению тканей, окружающих пульпозное ядро, и позволяет эффективно снизить внутридисковое давление, а лазерное излучение с длиной волны 980 нм способствует повреждению не только пульпозного ядра, но и фиброзного кольца, и прилежащих сосудисто-невральных структур.

КЛИНИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Клиническая эффективность методики ЧЛДД у пациентов с ДЗД поясничного отдела подтверждается многочисленными клиническими исследованиями и систематическими обзорами. Так, в исследовании R. Duarte и J. C. Costa [59] показано, что у 67 % пациентов с грыжами межпозвонковых дисков поясничного отдела позвоночного столба, перенесших процедуру ЧЛДД, отмечены хорошие результаты по субъективной оценочной шкале Макнаба (I. MacNab) и у 6 % пациентов – удовлетворительные результаты. В клинической серии А. В. Горбунова и соавт. [60], включающей 230 респондентов, отмечены отличные (20,1 %), хорошие (40,3 %) и удовлетворительные (33,8 %) результаты использования методики ЧЛДД по шкале Макнаба. Результаты мультицентрового ретроспективного исследования применения методики ЧЛДД у пациентов с ДЗД поясничного отдела представили Р. Р. Menchetti и соавт. [61]. Исследователи отметили преимущественно отличные и хорошие результаты по оценочной шкале Макнаба (более 70 %) с минимальным количеством нежелательных явлений при среднем периоде послеоперационного наблюдения за респондентами не менее 5 лет. В работах G. P. Tassi [62] представлены результаты сравнения клинической эффективности методик ЧЛДД и поясничной микродискэктомии и делается вывод, что эффективность изучаемых хирургических методик сопоставима: отличные и хорошие результаты в группе ЧЛДД – 84 %, в группе микродискэктомии – 86 % случаев (при достоверном преобладании осложнений в группе поясничной микродискэктомии – 0 и 2,2 % случаев соответственно). В ретроспективных наблюдениях D. S. Choy [12], а также D. H. Gronemeyer и соавт. [63] отличные и хорошие клинические результаты применения процедуры поясничной ЧЛДД отмечены у 83 и 74 % респондентов соответственно. В наблюдательном когортном исследовании M. Knight и A. Goswami [64] также продемонстрированы преимущественно отличные (51 %) и хорошие (22 %) клинические результаты по субъективной оценочной шкале

Макнаба в периоде послеоперационного наблюдения не менее 3 лет. Среди нежелательных явлений выявлены асептический спондилит (1 %), увеличение размеров грыжи межпозвонкового диска (2 %) и выполнение повторных оперативных вмешательств (17 %).

Упомянутый выше систематический обзор V. Singh и соавт. [14], объединивший результаты 17 клинических серий, наглядно продемонстрировал высокую клиническую эффективность процедуры ЧЛДД у пациентов с ДЗД поясничного отдела позвоночника. Тем не менее авторы данного систематического обзора подчеркнули, что отсутствие включенных рандомизированных контролируемых клинических исследований не позволяет убедительно высказаться в отношении высокой клинической эффективности указанной хирургической процедуры.

Поиск литературных источников в отечественных и зарубежных научных базах данных продемонстрировал наличие единственного рандомизированного контролируемого клинического исследования, посвященного изучению клинической эффективности методики ЧЛДД у пациентов с ДЗД поясничного отдела позвоночника. Исследование P. A. Vroouwer и соавт. [7] включает в себя 115 респондентов, данные о которых рандомизированы (58 пациентов включены в группу поясничной микродискэктомии, 57 – в группу ЧЛДД) с периодом послеоперационного наблюдения не менее 2 лет. Первичные конечные точки данного исследования:

- 1) влияние болевого синдрома на нарушение жизнедеятельности – опросник Роланда–Морриса (M. Roland, R. Morris, 1983);
- 2) выраженность боли в поясничном отделе позвоночника и нижних конечностях – шкала Лайкерта (R. Likert, 1932) и визуальная аналоговая шкала. Вторичные конечные точки исследования:
 - 1) функциональная активность – шкала Проло (D. Prolo, 1986);
 - 2) уровень качества жизни пациентов – опросник The Short Form – 36;
 - 3) количество осложнений и выполненных повторных оперативных вмешательств.

Исследователи пришли к выводу, что методики ЧЛДД и поясничной микродискэктомии сопоставимы по клинической эффективности при статистически значимом преобладании выполнения повторных оперативных вмешательств в группе ЧЛДД (21 и 52 % соответственно).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, методика чрескожной лазерной декомпрессии межпозвонковых дисков (чрезкожной нуклеопластики) представляет собой современный эффективный минимально-инвазивный способ хирургического лечения пациентов с дегенеративным заболеванием поясничных межпозвонковых дисков.

Результаты целого ряда клинических исследований различного дизайна убедительно показывают, что данная методика может выступать эффективной альтернативой поясничной микродискэктомии. Необходимо подчеркнуть, что основа успешного применения чрезкожной лазерной декомпрессии межпозвонковых дисков — строгое определение показаний и противо-

показаний к выполнению данной хирургической методики. Безусловно, для более объективной оценки клинической эффективности данной методики необходимо проведение крупных рандомизированных плацебо-контролируемых клинических исследований с включением результатов последних в систематические обзоры и метаанализы.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Battie M.C., Joshi A.B., Gibbons L.E., ISSLS Degenerative Spinal Phenotypes Group. Degenerative Disc Disease: What is in a name? *Spine (Phila Pa 1976)* 2019;44(21):1523–9. DOI: 10.1097/BRS.0000000000003103.
- Brinjikji W., Diehn F.E., Jarvik J.G. et al. MRI findings of disc degeneration are more prevalent in adults with low back pain than in asymptomatic controls: A systematic review and meta-analysis. *Am J Neuroradiol* 2015;36(12):2394–9. DOI: 10.3174/ajnr.A4498.
- Chen J., Jing X., Li C. et al. Percutaneous endoscopic lumbar discectomy for L5/S1 lumbar disc herniation using a transforaminal approach versus an interlaminar approach: A systematic review and meta-analysis. *World Neurosurg* 2018;116:412–20.e2. DOI: 10.1016/j.wneu.2018.05.075.
- Коновалов Н.А., Назаренко А.Г., Асютин Д.С. и др. Современные методы лечения дегенеративных заболеваний межпозвонкового диска. Обзор литературы. Журнал «Вопросы нейрохирургии» имени Н.Н. Бурденко 2016;80(4):102–8. [Kononov N.A., Nazarenko A.G., Asyutin D.S. et al. Modern treatments for degenerative disc diseases of the lumbosacral spine. A literature review. *Zhurnal "Voprosy neirokhirurgii" imeni N.N. Burdenko = Burdenko's Journal of Neurosurgery* 2016;80(4):102–8 (In Russ.)]. DOI: 10.17116/neiro2016804102-108.
- Chen X., Chamoli U., Lapkin S. et al. Complication rates of different discectomy techniques for the treatment of lumbar disc herniation: A network meta-analysis. *Eur Spine J* 2019;28(11):2588–601. DOI: 10.1007/s00586-019-06142-7.
- Lewandrowski K.U., de Carvalho P.S.T., Calderaro A.L. et al. Outcomes with transforaminal endoscopic versus percutaneous laser decompression for contained lumbar herniated disc: A survival analysis of treatment benefit. *J Spine Surg* 2020;6(1 Suppl):S84–99. DOI: 10.21037/jss.2019.09.13.
- Brouwer P.A., Brand R., van den Akker-van Marle M.E. et al. Percutaneous laser disc decompression versus conventional microdiscectomy for patients with sciatica: Two-year results of a randomised controlled trial. *Interv Neuroradiol* 2017;23(3):313–24. DOI: 10.1177/1591019917699981.
- Goupille P., Mulleman D., Mammou S. et al. Percutaneous laser disc decompression for the treatment of lumbar disc herniation: A review. *Semin Arthritis Rheum* 2007;37(1):20–30. DOI: 10.1016/j.semarthrit.2007.01.006.
- Choy D.S., Case R.B., Fielding W. et al. Percutaneous laser nucleolysis of lumbar disks. *N Engl J Med* 1987;317(12):771–2. DOI: 10.1056/NEJM198709173171217.
- Choy D.S.J. The true story of percutaneous laser disc decompression. *J Clin Laser Med Surg* 2004;19(5):231–3. DOI: 10.1089/10445470152611946.
- Schenk B., Brouwer P.A., Peul W.C., van Buchem M.A. Percutaneous laser disk decompression: A review of the literature. *Am J Neuroradiol* 2006;27(1):232–5.
- Choy D.S. Percutaneous laser disc decompression (PLDD): twelve years' experience with 752 procedures in 518 patients. *J Clin Laser Med Surg* 1998;16(6):325–31. DOI: 10.1089/clm.1998.16.325.
- Gangi A., Dietemann J.L., Ide C. et al. Percutaneous laser disk decompression under CT and fluoroscopic guidance: indications, technique, and clinical experience. *Radiographics* 1996;16(1):89–96. DOI: 10.1148/radiographics.16.1.89.
- Singh V., Manchikanti L., Calodney A.K. et al. Percutaneous lumbar laser disc decompression: An update of current evidence. *Pain Physician* 2013;16(2 Suppl):SE229–60.
- Ishiwata Y., Takada H., Gondo G. et al. Magnetic resonance-guided percutaneous laser disc decompression for lumbar disc herniation — relationship between clinical results and location of needle tip. *Surg Neurol* 2007;68(2):159–63. DOI: 10.1016/j.surneu.2006.10.058.
- Yonezawa T., Onomura T., Kosaka R. et al. The system and procedures of percutaneous intradiscal laser nucleotomy. *Spine (Phila Pa 1976)* 1990;15(11):1175–85. DOI: 10.1097/00007632-199011010-00017.
- Gottlob C., Kopchok G.E., Peng S.-K. et al. Holmium:YAG laser ablation of human intervertebral disc: Preliminary evaluation. *Lasers Surg Med* 1992;12(1):86–91. DOI: 10.1002/ism.1900120113.
- Quigley M.R., Shih T., Elrifai A., Maroon J.C., Lesiecki M.L. Percutaneous laser discectomy with the Ho:YAG laser. *Lasers Surg Med* 1992;12(6):621–4. DOI: 10.1002/ism.1900120609.
- Davis J.K. Percutaneous discectomy improved with KTP laser. *Clin Laser Mon* 1990;8:105–6.
- Quigley M.R., Maroon J.C. Laser discectomy: A review. *Spine (Phila Pa 1976)* 1994;19(1):53–6. DOI: 10.1097/00007632-199401000-00010.
- Choy D.S., Altman P.A., Case R.B., Trokel S.L. Laser radiation at various wavelengths for decompression of intervertebral disk. Experimental observations on human autopsy specimens. *Clin Orthop Relat Res* 1991;267:245–50.
- Sato M., Ishihara M., Arai T. et al. Use of a new ICG-dye-enhanced diode laser for percutaneous laser disc decompression. *Lasers Surg Med* 2001;29(3):282–7. DOI: 10.1002/ism.1120.
- Choy D.S., Ascher P.W., Ranu H.S. et al. Percutaneous laser disc decompression. A new therapeutic modality. *Spine (Phila Pa 1976)* 1992;17(8):949–56. DOI: 10.1097/00007632-199208000-00014.
- Buchelt M., Schlangmann B., Schmolke S., Siebert W. High power Ho:YAG laser ablation of intervertebral discs: Effects on ablation rates and temperature profile. *Lasers Surg Med* 1995;16(2):179–83. DOI: 10.1002/ism.1900160207.
- Min K., Leu H., Zweifel K. Quantitative determination of ablation in weight of lumbar intervertebral discs with holmium: YAG laser. *Lasers Surg Med* 1996;18(2):187–90. DOI: 10.1002/(SICI)1096-9101(1996)18:2<187::AID-LSM9>3.0.CO;2-O.
- Schlangmann B.A., Schmolke S., Siebert W.E. Temperature and ablation measurements in laser therapy of intervertebral disc tissue. *Orthopade* 1996;25(1):3–9. (In Germ.).
- Yonezawa T., Tanaku S., Watanabe H. et al. Percutaneous Intradiscal Laser Discectomy. In: *Percutaneous Lumbar*

- Discectomy. Eds.: H.M. Mayer, M. Brock. Springer-Verlag, 1989. 220 p.
28. Choy D.S., Diwan S. *In vitro* and *in vivo* fall of intradiscal pressure with laser disc decompression. *J Clin Laser Med Surg* 1992;10(6):435–7. DOI: 10.1089/clm.1992.10.435.
 29. Choy D.S., Altman P. Fall of intradiscal pressure with laser ablation. *J Clin Laser Med Surg* 1995;13(3):149–51. DOI: 10.1089/clm.1995.13.149.
 30. Goupille P., Mulleman D., Valat J.-P. Radiculopathy associated with disc herniation. *Ann Rheum Dis* 2006;65(2):141–3. DOI: 10.1136/ard.2005.039669.
 31. Iwatsuki K., Yoshimine T., Sasaki M. et al. The effect of laser irradiation for nucleus pulposus: An experimental study. *Neurol Res* 2005;27(3):319–23. DOI: 10.1179/016164105X39923.
 32. Turgut M., Onol B., Kilinic K., Tahta K. Extensive damage to the end-plates as a complication of laser discectomy. An experimental study using an animal model. *Acta Neurochir (Wien)* 1997;139(5):404–10. DOI: 10.1007/BF01808875.
 33. Turgut M., Sargin H., Onol B., Acikgoz B. Changes in end-plate vascularity after Nd:YAG laser application to the guinea pig intervertebral disc. *Acta Neurochir (Wien)* 1998;140(8):819–26. DOI: 10.1007/s007010050184.
 34. Anzai Y., Lufkin R.B., Castro D.J. et al. MR imaging-guided interstitial Nd:YAG laser phototherapy: Dosimetry study of acute tissue damage in an *in vivo* model. *J Magn Reson Imaging* 1991;1(5):553–9. DOI: 10.1002/jmri.1880010508.
 35. Phillips J.J., Kopchok G.E., Peng S.-K. et al. MR imaging of Ho:YAG laser discectomy with histologic correlation. *J Magn Reson Imaging* 1993;3(3):515–20. DOI: 10.1002/jmri.1880030314.
 36. Tonami H., Yokota H., Nakagawa T. et al. Percutaneous laser discectomy: MR findings within the first 24 hours after treatment and their relationship to clinical outcome. *Clin Radiol* 1997;52(12):938–44. DOI: 10.1016/s0009-9260(97)80228-0.
 37. Cvitanic O.A., Schimandle J., Casper G.D., Tirman P.F. Subchondral marrow changes after laser discectomy in the lumbar spine: MR imaging findings and clinical correlation. *Am J Roentgenol* 2000;174(5):1363–9. DOI: 10.2214/ajr.174.5.1741363.
 38. Sato M., Ishihara M., Kikuchi M., Mochida J. The influence of Ho:YAG laser irradiation on intervertebral disc cells. *Lasers Surg Med* 2011;43(9):921–6. DOI: 10.1002/lsm.21120.
 39. Ohnmeiss D.D., Guyer R.D., Hochschuler S.H. Laser disc decompression. The importance of proper patient selection. *Spine (Phila Pa 1976)* 1994;19(18):2054–9.
 40. Choy D.S., Botsford J., Black W.A. Jr. Patient selection: indications and contraindications. *J Clin Laser Med Surg* 1995;13(3):157–9. DOI: 10.1089/clm.1995.13.157.
 41. Steiner P., Zweifel K., Botnar R. et al. MR guidance of laser disc decompression: Preliminary *in vivo* experience. *Eur Radiol* 1998;8(4):592–7. DOI: 10.1007/s003300050441.
 42. Siebert W.E., Berendsen B.T., Tollgaard J. Percutaneous laser disc decompression. Experience since 1989. *Orthopade* 1996;25(1):42–8. (In Germ.).
 43. Gangi A., Dietemann J.L., Gasser B. et al. Interventional radiology with laser in bone and joint. *Radiol Clin North Am* 1998;36(3):547–57. DOI: 10.1016/s0033-8389(05)70043-9.
 44. Idris S., Collum N. Complicated septic cervical and lumbar discitis. *BMJ Case Rep* 2012;2012:bcr0120125642. DOI: 10.1136/bcr.01.2012.5642.
 45. Yang D.-H., Chang M.-H., Chang W.-C. Isolated septic discitis associated with *Streptococcus bovis* bacteremia. *South Med J* 2011;104(5):375–7. DOI: 10.1097/SMJ.0b013e3182142e11.
 46. Kapoor S.G., Huff J., Cohen S.P. Systematic review of the incidence of discitis after cervical discography. *Spine J* 2010;10(8):739–45. DOI: 10.1016/j.spinee.2009.12.022.
 47. Willems P.C., Jacobs W., Duinkerke E.S., de Kleuver M. Lumbar discography: should we use prophylactic antibiotics? A study of 435 consecutive discograms and a systematic review of the literature. *J Spinal Disord Tech* 2004;17(3):243–7. DOI: 10.1097/00024720-200406000-00013.
 48. Vescovi P., Conti S., Merigo E. et al. *In vitro* bactericidal effect of Nd:YAG laser on *Actinomyces israelii*. *Lasers Med Sci* 2013;28(4):1131–5. DOI: 10.1007/s10103-012-1197-x.
 49. Paikin J.S., Wright D.S., Eikelboom J.W. Effectiveness and safety of combined antiplatelet and anticoagulant therapy: A critical review of the evidence from randomized controlled trials. *Blood Rev* 2011;25(3):123–9. DOI: 10.1016/j.blre.2011.01.007.
 50. Limantoro I., Pisters R. Peri-procedural antithrombotic bridging and the assessment of the associated risk of major bleeding. *Thromb Haemost* 2012;108(1):9–10. DOI: 10.1160/TH12-05-0333.
 51. Zhou Y., Singh N., Abdi S. et al. Fluoroscopy radiation safety for spine interventional pain procedures in university teaching hospitals. *Pain Physician* 2005;8(1):49–53.
 52. Manchikanti L., Cash K.A., Moss T.L. et al. Risk of whole body radiation exposure and protective measures in fluoroscopically guided interventional techniques: A prospective evaluation. *BMC Anesthesiol* 2003;3(1):2. DOI: 10.1186/1471-2253-3-2.
 53. Patton K., Borshoff D.C. Adverse drug reactions. *Anaesthesia* 2018;73(Suppl 1):76–84. DOI: 10.1111/anae.14143.
 54. Kobayashi S., Uchida K., Takeno K. et al. A case of nerve root heat injury induced by percutaneous laser disc decompression performed at an outside institution: Technical case report. *Neurosurgery* 2007;60(2 Suppl 1):ONSE171–ONSE172. DOI: 10.1227/01.NEU.0000249228.82365.D2.
 55. Plancarte R., Calvillo O. Complex regional pain syndrome type 2 (causalgia) after automated laser discectomy. A case report. *Spine (Phila Pa 1976)* 1997;22(4):459–62. DOI: 10.1097/00007632-199702150-00021.
 56. Mayer H.M., Brock M., Stern E., Muller G. Percutaneous endoscopic laser discectomy – experimental results. In: *Percutaneous Lumbar Discectomy*. Eds.: H.M. Mayer, M. Brock. Springer-Verlag, 1989. 220 p.
 57. Epstein N.E. Laser-assisted discectomy performed by an internist resulting in *cauda equina* syndrome. *J Spinal Disord* 1999;12(1):77–9.
 58. Cselik Z., Aradi M., von Jako R.A. et al. Impact of infrared laser light-induced ablation at different wavelengths on bovine intervertebral disc *ex vivo*: Evaluation with magnetic resonance imaging and histology. *Lasers Surg Med* 2012;44(5):406–12. DOI: 10.1002/lsm.22034.
 59. Duarte R., Costa J.C. Percutaneous laser disc decompression for lumbar discogenic radicular pain. *Radiologia* 2012;54(4):336–41. (In Span.). DOI: 10.1016/j.rx.2011.02.008.
 60. Горбунов А.В., Кошкарёва З.В., Животенко А.П. и др. Эффективность лазерной vaporизации при лечении межпозвоноковых грыж поясничного отдела позвоночника. *Acta Biomedica Scientifica* 2020;5(2):43–8. [Gorbunov A.V., Koshkareva Z.V., Zhivotenko A.P. et al. The effectiveness of laser vaporization in the treatment of intervertebral hernias of the lumbar spine. *Acta Biomedica Scientifica* 2020;5(2):43–8. (In Russ.)]. DOI: 10.29413/ABS.2020-5.2.7.
 61. Menchetti P.P., Canero G., Bini W. Percutaneous laser discectomy: Experience and long term follow-up. *Acta Neurochir Suppl* 2011;108:117–21. DOI: 10.1007/978-3-211-99370-5_18.
 62. Tassi G.P. Comparison of results of 500 microdiscectomies and 500 percutaneous laser disc decompression procedures for lumbar disc herniation. *Photomed Laser Surg* 2007;24(6):694–7. DOI: 10.1089/pho.2006.24.694.
 63. Gronemeyer D.H., Buschkamp H., Braun M. et al. Image-guided percutaneous laser disc decompression for herniated lumbar disks: A 4-year follow-up in 200 patients. *J Clin Laser Med Surg* 2003;21(3):131–8. DOI: 10.1089/104454703321895572.
 64. Knight M., Goswami A. Lumbar percutaneous KTP532 wavelength laser disc decompression and disc ablation in the management of discogenic pain. *J Clin Laser Med Surg* 2002;20(1):9–13. DOI: 10.1089/104454702753474940.

Благодарность. Авторы выражают благодарность руководству ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет» в лице ректора И.В. Малова и проректора по научной работе И.Ж. Семинского за поддержку исследования, а также художнику-дизайнеру П.Д. Разницыной за помощь в подготовке иллюстративного материала и техническом редактировании рукописи.

Acknowledgment. The authors express their gratitude to the leadership of the Irkutsk State University in the person of Rector I.V. Malov and Vice-Rector for Scientific Work I.Zh. Seminsky for supporting the research, as well as to the artist-designer P.D. Raznitsyna for assistance in preparing illustrative material and technical editing of the manuscript.

Вклад авторов

В.А. Белобородов: научное редактирование статьи;

И.А. Степанов: литературный обзор, написание статьи.

Authors' contributions

V.A. Beloborodov: scientific editing of the article;

I.A. Stepanov: literature review, article writing.

ORCID авторов / ORCID of authors

В.А. Белобородов / V.A. Beloborodov: <https://orcid.org/0000-0002-3299-1924>

И.А. Степанов / I.A. Stepanov: <https://orcid.org/0000-0001-9039-9147>

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Financing. The study was performed without external funding.

ПРОФЕССОР Р.У. УМАХАНОВ И РАЗВИТИЕ НЕЙРОХИРУРГИИ В ДАГЕСТАНЕ ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ XX ВЕКА

Б.А. Абусуева¹, С.Б. Манышев², К.Б. Манышева¹

¹ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный медицинский университет» Минздрава России; Россия, Республика Дагестан, 367000 Махачкала, пл. Ленина, 1;

²ФГБУН «Институт востоковедения РАН»; Россия, 107031 Москва, ул. Рождественка, 12

Контакты: Ксения Борисовна Манышева manyshevakb@gmail.com

Введение. Первые хирургические операции на нервной системе в России стали проводиться в конце XIX в. Первая нейрохирургическая клиника в Советской России была открыта в Петрограде на базе травматологического института в 1921 г. В конце 1920-х гг. в Северо-Кавказском государственном университете в Ростове-на-Дону на медицинском факультете начала функционировать кафедра неврологии и нейрохирургии. Во время Великой Отечественной войны нейрохирургия оформилась как самостоятельная научная и клиническая дисциплина.

Цель исследования – представить биографию известного дагестанского нейрохирурга, основоположника дагестанской нейрохирургии, доктора медицинских наук, профессора Рашидбека Умахановича Умаханова (1925–2003).

Материалы и методы. На основе впервые вводимых в научный оборот архивных материалов из фондов Государственного архива Российской Федерации, Центрального государственного архива Республики Дагестан, архива Дагестанского государственного медицинского университета раскрываются основные вехи жизненного пути Р.У. Умаханова и его многогранная деятельность в Дагестане.

Результаты. Показано, что становление нейрохирургической службы республики, начало систематического преподавания дисциплины в Дагестанском медицинском университете и формирование системы оказания нейрохирургической помощи больным пришлось на период активной деятельности Р.У. Умаханова. Рассмотрены основные направления научных изысканий Р.У. Умаханова и его большая роль в развитии клиники неврологии и нейрохирургии.

Заключение. Нейрохирургическая служба в Дагестане начала развиваться в те времена, когда у врачей не было методов диагностики, которые сегодня считаются обыденными. Нейрохирург был вооружен исключительно своими знаниями и мог полагаться лишь на профессиональное чутье. У истоков оказания специализированной помощи стоял Рашидбек Умаханович Умаханов – человек, который олицетворял собой верность избранному пути, научную прозрачность и устремленность в будущее.

Ключевые слова: нейрохирургия, Дагестан, Рашидбек Умаханович Умаханов, медицинское образование, Дагестанский государственный медицинский институт, история медицины

Для цитирования: Абусуева Б.А., Манышев С.Б., Манышева К.Б. Профессор Р.У. Умаханов и развитие нейрохирургии в Дагестане во второй половине XX века. Нейрохирургия 2022;24(1):110–7. DOI: 10.17650/1683-3295-2022-24-1-110-117.

Professor R.U. Umakhanov and the development of neurosurgery in Dagestan in the second half of the 20th century

B.A. Abusueva¹, S.B. Manyshev², K.B. Manysheva¹

¹Dagestan State Medical University, Ministry of Health of Russia; 1 Lenin Sq., Makhachkala 367000, Republic of Dagestan, Russia;

²Institute of Oriental Studies, Russian Academy of Sciences; 12 Rozhdestvenka Str., Moscow 107031, Russia

Contacts: Kseniya Borisovna Manysheva manyshevakb@gmail.com

Introduction. The first surgical operations on the nervous system in Russia began to be carried out at the end of the 19th century. The first neurosurgical clinic in Soviet Russia was opened in Petrograd on the basis of the trauma institute in 1921. In the late 1920s the Department of Neurology and Neurosurgery began to function at the Faculty of Medicine of North Caucasian Medical State University in Rostov-on-Don. During the Great Patriotic War, neurosurgery took shape as an independent scientific and clinical discipline.

Aim – to present the biography of the famous Dagestan neurosurgeon, doctor of medical sciences, professor Rashidbek Umakhanovich Umakhanov (1925–2003).

Materials and methods. On the basis of archival materials from the funds of the State Archives of the Russian Federation, the Central State Archives of the Republic of Dagestan, the archive of the Dagestan State Medical University, which are for the first time introduced into scientific circulation, the main milestones in the life of R.U. Umakhanov and his multifaceted activities in Dagestan.

Results. During the period of active work of R.U. Umakhanov, the formation of the neurosurgical service of the republic, the beginning of the systematic teaching of the discipline at the Dagestan Medical University and the folding of the system of rendering neurosurgical care to patients took place. A special place is given to the role of R.U. Umakhanov in the development of the clinic of neurology and neurosurgery, the main directions of scientific research of the scientist are considered.

Conclusions. The neurosurgical service in Dagestan began to develop at a time when doctors did not have diagnostic methods that are considered commonplace today. A neurosurgeon was armed exclusively with his own knowledge and could rely only on professional instinct. And at the origins of the provision of specialized care was Rashidbek Umakhanovich Umakhanov was a man who embodied the faithful to the chosen path, the scientific vision and aspirations for the future.

Key words: neurosurgery, Dagestan, Rashidbek Umakhanovich Umakhanov, medical education, Dagestan Medical Institute, history of medicine

For citation: Abusueva B.A., Manyshev S.B., Manysheva K.B. Professor R.U. Umakhanov and the development of neurosurgery in Dagestan in the second half of the 20th century. *Neurokhirurgiya = Russian Journal of Neurosurgery* 2022;24(1):110–7. (In Russ.). DOI: 10.17650/1683-3295-2022-24-1-110-117.

ВВЕДЕНИЕ

Нейрохирургия как самостоятельная научная дисциплина прошла целый ряд этапов в своем развитии. В России первые хирургические операции на нервной системе стали проводиться в конце XIX в. Путем научного поиска и эволюции уже к началу советской эпохи удалось накопить необходимые научные знания для создания самостоятельных клиник. Первая нейрохирургическая клиника открыта А.Л. Поленовым в 1921 г. в Ленинграде на базе травматологического института. К концу 1920-х гг. усилиями Н.Н. Бурденко и В.В. Крамера специализированная нейрохирургическая клиника открылась в Москве. В это же время возникли нейрохирургические стационары на базе хирургических и неврологических клиник в Харькове, Ленинграде, Саратове, Свердловске [1]. В конце 1920-х гг. в Северо-Кавказском медицинском институте в Ростове-на-Дону начала функционировать кафедра неврологии и нейрохирургии, которую возглавлял П.И. Эмдин, ученик Л.О. Даркшевича, одного из основоположников нейрохирургии в России. Именно эта кафедра на долгие годы стала основным научным и методическим центром оказания нейрохирургической помощи на юге страны: на ее базе готовились квалифицированные специалисты для национальных районов, а также проходили тематические научные конференции в целях совершенствования и поддержания уровня профессионализма практикующих врачей [2].

В ходе Великой Отечественной войны медицинской помощи потребовало огромное число пациентов, в том числе с ранениями центральной и периферической нервной системы, именно это обстоятельство дало мощный импульс к развитию нейрохирургии и сформировало ее как самостоятельную научную и клиническую дисциплину. Врачи не останавливали научного поиска и в трудное военное время: именно

тогда были расширены представления о патоморфологии раневого процесса, регенерации нервов, предложена новая классификация ранений и пути их консервативного и оперативного лечения. В данный период была проведена сессия Всесоюзного нейрохирургического совета, которая способствовала обмену опытом между ведущими врачами страны [3].

Также в годы Великой Отечественной войны в Дагестане начали проводиться первые нейрохирургические операции. Именно тогда в эвакуационных госпиталях была налажена система оказания специализированной нейрохирургической медицинской помощи. Вмешательства на головном, спинном мозге, периферической нервной системе выполнялись хирургами Р.А. Цюпаком, Д.Г. Коваленко, П.Ф. Маклецовым и их ассистентами-неврологами Ф.П. Работаловым, В.А. Лихтенштейном. Специализированное нейрохирургическое отделение эвакуационного госпиталя № 3187 в Махачкале возглавлял доцент В.А. Лихтенштейн, который впоследствии на протяжении более 30 лет руководил курсом нервных болезней в Дагестанском государственном медицинском институте (ДГМИ) [4]. Уже на III Научно-оборонном съезде врачей эвакуационных госпиталей Дагестана в 1944 г. большая часть докладов его участников касалась лечения огнестрельных повреждений центральной нервной системы [5]. Дальнейшее обобщение материалов, собранных в эвакуационных госпиталях, позволило Д.Г. Коваленко и П.Ф. Маклецову подготовить крупные диссертационные исследования по хирургическому лечению периферических нервов.

В послевоенные годы первоочередной задачей стала ликвидация последствий военных травм, а также дальнейшее углубленное изучение заболеваний центральной и периферической нервной системы и поиск методов их хирургического лечения [1].

В Дагестане экстренная нейрохирургическая помощь оказывалась пациентам на базе хирургической клиники, которая располагала всего лишь 10 профильными койками на протяжении 1950-х и начала 1960-х гг. [6]. Лечение же плановых больных проводилось в стационарах за пределами республики. Однако в 1963 г. по инициативе профессора Р.П. Аскерханова в Республиканской клинической больнице (Махачкала) при кафедре факультетской хирургии организовано нейрохирургическое отделение [2]: ко второй половине 1960-х гг. оно располагало 30 койками, а для оказания помощи пациентам были привлечены 4 нейрохирурга [6]. Одним из них был Рашидбек Умаханович Умаханов (1925–2003), чью роль в развитии нейрохирургической службы в Дагестане трудно переоценить.

Цель работы — представить биографию известного дагестанского нейрохирурга, основоположника дагестанской нейрохирургии, доктора медицинских наук, профессора Рашидбека Умахановича Умаханова.

ВКЛАД Р.У. УМАХАНОВА В РАЗВИТИЕ НЕЙРОХИРУРГИИ В ДАГЕСТАНЕ

Родился Р.У. Умаханов 25 декабря 1925 г. в высокогорном селении Гагатли. Здесь он окончил семилетнюю школу, а затем поступил в Буйнакское педагогическое училище, которое не окончил, как он сам отмечал, «из-за материальных трудностей»¹. Однако в 1943 г. сдал экстерном экзамены в Ботлихской средней шко-



Профессор Рашидбек Умаханович Умаханов (1925–2003)
Professor Rashidbek Umakhanovich Umakhanov (1925–2003)

ле и получил аттестат. В первой половине 1940-х гг. Р.У. Умаханов работал сначала учителем, затем завучем в школе, а после этого — инспектором Ботлихского районного отдела народного образования.

Тяга к знаниям и призвание привели юношу в ДГМИ, который во второй половине 1940-х гг. мог похвастаться блестящим преподавательским составом: здесь работали еще те профессора, которые стояли у истоков вуза, а в военные годы к ним прибавились не менее выдающиеся ученые, оказавшиеся в Дагестане в эвакуации и связавшие с республикой свою дальнейшую жизнь. Поступление в медицинский институт определило всю дальнейшую судьбу Рашидбека Умахановича. Здесь ему довелось слушать лекции И.Н. Пикуля и М.С. Доброхотова, В.А. Чудносоветова и В.А. Глазова, О.А. Байрашевского и С. И Ризваши. Здесь же проявился и интерес Р.У. Умаханова к науке: на 4-м курсе в 1949 г., занимаясь в кружке кафедры патологической анатомии, к IX Научной студенческой конференции он подготовил доклад на тему «Успехи советской экспериментальной онкологии»².

В 1951 г. в институтской газете «За медкадры» появилась заметка пятикурсника Р.У. Умаханова, в которой нашли отражение его впечатления от учебы в институте: «Позади пять лет студенческой жизни. Скоро я получу путевку в жизнь — диплом советского врача. Моя заветная мечта сбылась». В течение пяти лет Р.У. Умаханов учился на «хорошо» и «отлично», одновременно вел большую общественную работу. Был членом комитета ВЛКСМ и профкома института, затем — председателем профкома курса. Систематически занимался в спортивных секциях по фехтованию и стрельбе, неоднократно выступал в республиканских спортивных соревнованиях, имел спортивные разряды. С большим увлечением работал и в научно-студенческих кружках, сделал ряд докладов реферативного характера и один — экспериментально-клинического характера [7].

После окончания института в течение двух лет Р.У. Умаханов трудился на должности хирурга, а затем главного врача Гумбетовского районного лечебного объединения Дагестанской Автономной Советской Социалистической Республики (ДАССР). Однако, всегда стремясь к новым знаниям, Рашидбек Умаханович понимал необходимость более узкой специализации в такой обширной области как хирургия, поэтому поступил в ординатуру в Ленинградский научно-исследовательский нейрохирургический институт им. А.Л. Поленова, один из главных центров подготовки нейрохирургов в стране, где ему предстояло совершенствовать не только свои теоретические знания, но и практические навыки³.

¹Центральный государственный архив Республики Дагестан (ЦГА РД). Ф. Р-352. Оп. 45. Д. 25. Л. 36.

²Государственный архив Российской Федерации. Ф. Р-8009. Оп. 9. Д. 1008. Л. 83.

³ЦГА РД. Ф. Р-352. Оп. 45. Д. 25. Л. 36–36 об.

По окончании ординатуры в 1956 г. Р.У. Умаханов направлен в Волгоград, где в течение 11 лет работал сначала ординатором, а затем заведующим нейрохирургическим отделением Волгоградской областной клинической больницы⁴. Главный врач больницы отмечал, что высококвалифицированный специалист Р.У. Умаханов владеет техникой всех видов оперативного вмешательства на центральной и периферической нервной системе, в том числе и на гипофизе; что за годы работы Р.У. Умаханова заведующим отделением значительно улучшились качественные показатели стационара, а также увеличилось число пролеченных больных и проведенных операций, снизилась общая и послеоперационная летальность⁵.

Собранный почти за 10 лет клинический материал позволил в 1965 г. Рашидбеку Умахановичу защитить в Волгоградском государственном медицинском институте кандидатскую диссертацию на тему «Пластика дефектов твердой мозговой оболочки капроновой тканью. (Экспериментально-клиническое исследование)». В своей работе он предложил использовать капроновую ткань в качестве материала для замещения дефектов твердой мозговой оболочки. В результате исследований Р.У. Умахановым установлено, что капроновая ткань не оказывала раздражающего эффекта на мозговое вещество и его оболочки, препятствовала истечению спинномозговой жидкости, способствовала направленной регенерации окружающих тканей, обладала прочностью и эластичностью, а также со временем рассасывалась. Также данная ткань почти не смачивалась и не поддавалась гниению, не нуждалась в специальных условиях хранения, была относительно доступна. Впоследствии капроновая ткань успешно и широко была внедрена в нейрохирургическую практику [8].

Через несколько лет после защиты диссертации Р.У. Умаханов вернулся в Дагестан, где был принят на должность ассистента кафедры общей хирургии ДГМИ⁶. Здесь проявился его талант чуткого педагога и наставника, именно ему поручили руководить студенческим научным кружком. Доцент кафедры факультетской хирургии Дагестанского медицинского университета А.С. Султанов вспоминал: «Кружковцев он учил не только сбору анамнеза, осмотру, общению с больными, но и непосредственно практическому исполнению таких важнейших диагностических исследований, как спинномозговые пункции, интер-

претации различных рентгенологических исследований позвоночника и черепно-мозговых повреждений при травмах и опухолевых заболеваниях. Эти занятия были, по моим нынешним представлениям, настоящими курсами повышения квалификации, психологического настроя и подбора будущих специалистов, обучения навыкам научных исследований. Занятия с кружковцами он никому не доверял, сам подбирал больных с различными заболеваниями для клинического разбора. Мы уходили с занятий очарованные руководителем и влюбленные в специальность» [9].

В конце 1960-х гг. в соответствии с рекомендацией Министерства здравоохранения СССР преподавание нейрохирургии передано на кафедры и курсы нервных болезней медицинских вузов страны. В связи с этим в 1968 г. Рашидбек Умаханович избран на должность ассистента курса нервных болезней ДГМИ, а в 1971 г. — утвержден в звании доцента⁷. В характеристике претендента перед избранием Р.У. Умаханова на должность ассистента курса нервных болезней В.А. Лихтенштейн отмечал, что он «высококласный специалист в области нейрохирургии... С декабря 1967 г. участвует в педагогической работе в качестве ассистента и вполне успешно справляется со своими обязанностями»⁸.

Начиная с 1976 г. Рашидбек Умаханович возглавлял самостоятельный курс нейрохирургии в ДГМИ. Курс был небольшим: помимо заведующего, первоначально предусматривался лишь один преподаватель с почасовой оплатой, а затем введена штатная должность ассистента. Это было обусловлено относительно небольшим количеством часов, выделяемых на дисциплину: она читалась только на 5-х курсах лечебного и педиатрического факультетов, а также на 6-м курсе вечернего отделения⁹.

Основной базой преподавания нейрохирургии было специализированное отделение Республиканской клинической больницы (Махачкала). В течение долгого времени его возглавлял Г.А. Айдиев. Именно здесь студенты могли понять не только теоретические основы такой сложной дисциплины как нейрохирургия, но и овладеть основными практическими навыками. С начала 1970-х до конца 1980-х гг. коечный фонд отделения увеличился с 40 до 60 коек [10]. Для своего времени оно было достаточно неплохо оснащено: в подразделении имелось необходимое медицинское оборудование и аппаратура, рентген-кабинет,

⁴ЦГА РД. Ф. Р-352. Оп. 45. Д. 158. Л. 83.

⁵Архив Дагестанского государственного медицинского университета (АДГМУ). Личное дело Р.У. Умаханова.

⁶ЦГА РД. Ф. Р-352. Оп. 45. Д. 158. Л. 83.

⁷ЦГА РД. Ф. Р-352. Оп. 45. Д. 158. Л. 84 об.

⁸АДГМУ. Личное дело Р.У. Умаханова.

⁹Архив кафедры нервных болезней, медицинской генетики и нейрохирургии Дагестанского государственного медицинского университета (Архив кафедры). Отчет зав. курсом нейрохирургии ДГМИ доцента Р.У. Умаханова о проделанной работе за период 1976–1981 гг. Л. 1.



*Клиническая конференция в отделении нейрохирургии Республиканской клинической больницы. Махачкала. Начало 1980-х гг.
Clinical conference at the Department of Neurosurgery of the Republican Clinical Hospital. Makhachkala. Early 1980s*

перевязочная, электрофизиологический и физиотерапевтические кабинеты¹⁰. Важную роль в оказании как методической, так и практической помощи играл Р.У. Умаханов, который проводил наиболее сложные хирургические вмешательства, будь то нейроонкология или нейротравмы.

Помимо учебной работы в институте и лечебной в клинике, Р.У. Умаханов нес и большую общественную нагрузку: был помощником декана лечебно-профилактического факультета, в 1974 г. в соответствии с приказом Министерства здравоохранения РСФСР назначен заведующим подготовительным отделением ДГМИ, а затем — деканом лечебного факультета¹¹.

Несмотря на большую загруженность преподавательской, лечебной и общественной работой Рашидбек Умаханович продолжал и научные изыскания. Начатые еще в конце 1950-х гг. исследования, связанные с восстановлением дефектов твердой мозговой оболочки, продолжали привлекать его внимание и позже. За первую половину 1970-х гг. Р.У. Умахановым собран и обработан клинический материал из 300 наблюдений, а также проведено 100 опытов на собаках¹².

В 1979 г. в Ленинграде Рашидбек Умаханович защитил докторскую диссертацию на тему «Сравнительная оценка способов пластики дефектов твердой мозговой оболочки. (Экспериментальное и клиническое



*Операцию проводит Р.У. Умаханов. Махачкала. Начало 1980-х гг.
The operation is carried out by R. U. Umakhanov. Makhachkala. Early 1980s*

исследование)». Развивая идеи, представленные в кандидатской диссертации, ученый предлагал проводить замещение твердой мозговой оболочки не только капроновой тканью, но и плодной оболочкой, которая при минимальной толщине обладает высокой прочностью. Применение и капроновой ткани, и оболочки плода показало свою высокую эффективность, так как

¹⁰Архив кафедры. Отчет зав. курсом нейрохирургии ДГМИ доцента Р.У. Умаханова о проделанной работе за период 1976–1981 гг. Л. 1.

¹¹АДГМУ. Личное дело Р.У. Умаханова.

¹²АДГМУ. Личное дело Р.У. Умаханова.

они не вызывали осложнений в послеоперационном периоде, не приводили к образованию спаек, а также не нуждались в специальных условиях для хранения [11].

В целом на протяжении долгого времени все научные изыскания Рашидбека Умахановича сконцентрировались вокруг двух крупных тем — пластики дефектов твердой мозговой оболочки капроновой тканью и гомологичной тканью плода, а также особенностей профилактики инфицирования ран при открытых повреждениях черепа и головного мозга.

Подводя итог работы по первой теме, основанный на более чем 400 клинических наблюдениях, Рашидбек Умаханович отмечал, что (несмотря на различия характера травм головного мозга) результаты лечения, когда твердая мозговая оболочка замещалась капроновой тканью, были удовлетворительными или хорошими, что несомненно свидетельствовало в пользу того, что данный материал необходимо шире применять в нейрохирургической практике [12].

Природно-географические условия Дагестана, как констатировал Р.У. Умаханов, а также отсутствие в горных районах квалифицированных специалистов и условий для проведения нейрохирургических операций приводят к тому, что риск развития инфекционных осложнений при открытых ранах черепа и головного мозга чрезвычайно высок. Именно поэтому на основе экспериментальных исследований на собаках и клинических наблюдений была предложена система применения антибиотиков при первичной обработке нейрохирургических ран. Ученый предлагал вводить в рану канамицин сразу же после открытого проникающего повреждения, что способствовало ее предохранению от микробного загрязнения и давало возможность отсрочки оперативного вмешательства. Об успешности данного метода свидетельствует его применение в клиниках Саратовского и Башкирского государственных медицинских институтов, а также на базе Ленинградского научно-исследовательского нейрохирургического института им. А.Л. Поленова [13].

Конечно, ученый не обходил вниманием и другие, не менее значимые проблемы неврологической и нейрохирургической патологии: во второй половине 1980-х и в 1990-х гг. вышли его работы, посвященные морфологической, гистологической характеристикам и клинической картине объемных образований суб- и супратенториальной локализации, а также первичных экстрадуральных опухолей спинного мозга, с анализом наиболее эффективных методов их хирургического лечения. Р.У. Умаханов расширил комплекс методов лечения черепно-мозговой травмы в зависимости от наличия сочетанных повреждений и давности забо-



Профессор Р.У. Умаханов в неврологической клинике Дагестанского государственного медицинского института. Махачкала. Начало 1990-х гг.

Professor R.U. Umakhanov at the neurological clinic of the Dagestan State Medical Institute. Makhachkala. Early 1990s

левания: например, предложил использовать осмотические диуретики в остром периоде для профилактики отека мозга. Также Р.У. Умахановым описаны случаи первичного эхинококкоза костей черепа и его хирургического лечения. Отдельное место в изысканиях Рашидбека Умахановича принадлежит проблеме опухолей у детей. Благодаря внедрению в клиническую практику метода трансиллюминации расширился спектр методов диагностики интракраниальных патологических процессов у детей раннего возраста¹³.

В ноябре 1984 г. Р.У. Умаханов избран на должность заведующего кафедрой нервных болезней с курсом нейрохирургии, которую он занимал до 1995 г.¹⁴ В это время существенно расширилась клиническая база для преподавания неврологии и нейрохирургии: к специализированным отделениям Республиканской клинической больницы в Махачкале в 1987 г. добавилось отделение детской нейрохирургии, открытое в Детской республиканской клинической больнице им. Н.М. Кураева, неврологическое отделение Республиканского госпиталя ветеранов, а с конца 1990-х гг. — отделения нейрореанимации и цереброваскулярной патологии в Республиканской клинической больнице Махачкалы [2, 14].

Нейрохирургическая клиника и кафедра нервных болезней стали важными центрами подготовки и повышения квалификации кадров. Ежегодно проводилось несколько межрайонных междисциплинарных конференций, посвященных травмам центральной и периферической нервной системы, организовывались семинары для врачей скорой помощи, на которых освещались наиболее важные вопросы тактики

¹³ЦГА РД. Ф. Р-352. Оп. 45. Д. 158. Л. 86–90.

¹⁴АДГМУ. Личное дело Р.У. Умаханова.

ведения пациентов при острых повреждениях центральной нервной системы¹⁵.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Заслуги Р.У. Умаханова в развитии здравоохранения Дагестана, науки и преподавания по достоинству оценены: в 1982 г. ему присвоено звание «Заслуженный врач ДАССР»¹⁶, а спустя пять лет — звание «Заслуженный деятель науки ДАССР»¹⁷. В феврале 2003 г. за многолетний добросовестный и безупречный труд, профессиональное мастерство и достижения в учебно-методической, научной и лечебной работе одним из первых Рашидбек Умаханович награжден медалью «За заслуги

перед Дагестанской государственной медицинской академией»¹⁸.

Нейрохирургическая служба в Дагестане начала развиваться в те времена, когда у врачей не было методов диагностики, которые сегодня считаются обыденными. Нейрохирург был вооружен исключительно своими знаниями и мог полагаться лишь на профессиональное чутье. Можно много говорить об успехах современной нейрохирургии, но нужно помнить, что у истоков оказания специализированной помощи когда-то стоял именно Рашидбек Умаханович Умаханов — человек, который олицетворял собой верность избранному пути, научную прозорливость и устремленность в будущее.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Миронович Н.И. Краткий очерк развития отечественной нейрохирургии. М.: Медицина, 1964. 162 с. [Mironovich N.I. A brief outline of the development of domestic neurosurgery. Moscow: Meditsina, 1964. 162 p. (In Russ.)].
2. Кондаков Е.Н. Эскизы истории отечественной нейрохирургии. СПб.: Синтез Бук, 2013. 444 с. [Kondakov E.N. Sketches of the history of Russian neurosurgery. Saint Petersburg: Sintez Buk, 2013. 444 p. (In Russ.)].
3. Кондаков Е.Н. К столетию отечественной нейрохирургии (часть VI). Период хирургической невропатологии. Нейрохирургия 2006;6(1):53–9. [Kondakov E.N. To the 100th anniversary of Russian neurosurgery (part VI). The period of surgical neuropathology (ending). Neyrokhirurgiya = Russian Journal of Neurosurgery 2006;6(1):53–9. (In Russ.)].
4. Манышев С.Б., Манышева К.Б., Арутюнова Е.А. Владимир Лихтенштейн — руководитель нейрохирургического отделения в годы Великой Отечественной войны 1941–1945 гг. Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова 2019;119(5):144–145. [Manyshev S.B., Manysheva K.B., Arutyunova E.A. Vladimir Lichtenstein — head of the neurosurgical department during the Great Patriotic War of 1941–1945. Zhurnal Nevrologii i Psikiatrii imeni S.S. Korsakova = Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry 2019;119(5):144–145. (In Russ.)].
5. Манышев С.Б., Манышева К.Б. Из истории кафедры нервных болезней Дагестанского медицинского института в годы Великой Отечественной войны (1941–1945). Медицина и организация здравоохранения 2021;6(1):81–90. [Manyshev S.B., Manysheva K.B. From the history of the department of nervous diseases of the daghestan medical institute during the great patriotic war (1941–1945). Medicine and Health Care Organization 2021;6(1):81–90. (In Russ.)].
6. Аскерханов Р.П. Хирургия в Дагестане. Махачкала, 1979. 211 с. [Askerkhanov R.P. Surgery in Dagestan. Makhachkala, 1979, 211 p. (In Russ.)].
7. Умаханов Р. Моя мечта сбылась. За медкадры: Однодневная газета дирекции, партийной, комсомольской и профсоюзной организаций Дагестанского государственного медицинского института 1951;(1):1. [Umakhanov R. My dream has come true. For medical personnel: One-day newspaper of the directorate, CPSU organization, Komsomol and Trade Union organizations of the Dagestan State Medical Institute 1951;(1):1. (In Russ.)].
8. Умаханов Р.У. Пластика дефектов твердой мозговой оболочки капроновой тканью (экспериментально-клиническое исследование). Автореф. дисс. ... канд. мед. наук. Волгоград, 1965. 16 с. [Umakhanov R.U. Plastics of defects of the dura mater with nylon tissue (experimental clinical study). Abstract of the dis. ... of cand. of med. sciences. Volgograd, 1965. 16 p. (In Russ.)].
9. Султанов А.С. Он был моим идеалом. Махачкала, 2015. Доступно по: <https://dgmru.ru/wp-content/uploads/2017/01/meddekabr2015.pdf>. [(Sultanov A.S. He was my ideal. Makhachkala, 2015. Available at: <https://dgmru.ru/wp-content/uploads/2017/01/meddekabr2015.pdf>. (In Russ.)].
10. Ибрагимов И.М., Умаханов Р.У. Развитие нейрохирургической службы в Дагестане. Материалы пленума Всесоюзной проблемной комиссии «Нейрохирургия»: Профилактика и лечение воспалительных рубцово-спаечных и трофических осложнений при черепно-мозговой и спинномозговой травме. Махачкала, 1989. С. 2–4. [Ibragimov I.M., Umakhanov R.U. Development of neurosurgical service in Dagestan. Proceedings of the plenum of the All-Union Problem Commission “Neurosurgery”: Prevention and treatment of inflammatory cicatricial and adhesive and trophic complications in traumatic brain and spinal cord injury. Makhachkala, 1989. Pp. 2–4. (In Russ.)].
11. Умаханов Р.У. Сравнительная оценка способов пластики дефектов твердой мозговой оболочки (экспериментальное и клиническое исследование). Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Л., 1978. 31 с. [Umakhanov R.U. Comparative evaluation of the methods of plastics of defects of the dura mater (experimental and clinical study). Abstract of the dis. ... of cand. of med. sciences. Leningrad, 1978. 31 p. (In Russ.)].
12. Умаханов Р.У. 30-летний клинический опыт применения капроновой ткани для пластики дефектов твердой мозговой оболочки. В кн.: Материалы науч-

¹⁵Архив кафедры. Отчет зав. курсом нейрохирургии ДГМИ доцента Р.У. Умаханова о проделанной работе за период 1976–1981 гг. Л. 2.

¹⁶ЦГА РД. Ф. Р-352. Оп. 45. Д. 25. Л. 1.

¹⁷ЦГА РД. Ф. Р-352. Оп. 45. Д. 158. Л. 1.

¹⁸АДГМУ. Личное дело Р.У. Умаханова.

- но-практической конференции, посвященной 30-летию нейрохирургического отделения Республиканской клинической больницы. Махачкала, 1993. С. 221–223. [Umakhanov R.U. 30 years of clinical experience in the use of nylon tissue for plastics of dura mater defects. In: Proceedings of the scientific-practical conference “30th Anniversary of the Neurosurgical Department of the Republican Clinical Hospital”. Makhachkala, 1993. Pp. 221–223. (In Russ.)].
13. Умаханов Р.У. О профилактике инфицирования ран при открытых повреждениях черепа и головного мозга. Журнал «Вопросы нейрохирургии» имени Н.Н. Бурденко 1981;45(1):16–9. [Umakhanov R.U. On the prevention of infection of wounds with open injuries of the skull and brain. Zhurnal Voprosy Neurokhirurgii imeni N.N. Burdenko = Burdenko’s Journal of Neurosurgery 1981;45(1):16–9. (In Russ.)].
14. Ибрагимов И.М., Исмаилов И.М., Умаханов Р.У., Айдиев Г.А. 30 лет нейрохирургическому отделению – итоги и перспективы. В кн: Материалы научно-практической конференции, посвященной 30-летию нейрохирургического отделения Республиканской клинической больницы. Махачкала, 1993. С. 3–6. [Ibragimov I.M., Ismailov I.M., Umakhanov R.U., Aydiev G.A. 30 years of neurosurgical department – results and prospects. In: Proceedings of the scientific-practical conference “30th Anniversary of the Neurosurgical Department of the Republican Clinical Hospital”. Makhachkala, 1993. Pp. 3–6. (In Russ.)].

Вклад авторов

Б.А. Абусева: разработка дизайна исследования, сбор и анализ архивных документов, литературный обзор, написание статьи;
С.Б. Маньшев: разработка дизайна исследования, сбор и анализ архивных документов, литературный обзор, написание статьи;
К.Б. Маньшева: разработка дизайна исследования, сбор и анализ архивных документов, литературный обзор, написание статьи.

Authors’ contributions

B.A. Abusueva: research design of the study, collection and analysis of archival documents, literature review, article writing;
S.B. Manyshev: research design of the study, collection and analysis of archival documents, literature review, article writing;
K.B. Manysheva: research design of the study, collection and analysis of archival documents, literature review, article writing.

ORCID авторов / ORCID of authors

Б.А. Абусева / B.A. Abusueva: <https://orcid.org/0000-0001-6039-6025>
С.Б. Маньшев / S.B. Manyshev: <https://orcid.org/0000-0002-5276-7743>
К.Б. Маньшева / K.B. Manysheva: <https://orcid.org/0000-0002-1946-0424>

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.
Financing. The study was performed without external funding.

РЕЦЕНЗИЯ НА МОНОГРАФИЮ В.В. МОГИЛЫ «АБСЦЕССЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА» (Симферополь: Изд-во «Форма», 2021. 302 с.)

Book review: V.V. Mogila “Brain abscesses” (Simferopol: Izd-vo “Forma”, 2021. 302 p.)

Василий Васильевич Могила, д.м.н., профессор Медицинской академии им. С.И. Георгиевского (КФУ им. В.И. Вернадского), нейрохирург, заслуженный врач Крыма, лауреат Государственной премии Республики Крым, посвятил очередную свою книгу важной и актуальной проблеме нейрохирургии — абсцессам головного мозга.

Данный вопрос остается в зоне внимания нейрохирургов с тех самых пор, когда сэр Уильям Макьюэн (W. MacEwen) выпустил в 1894 г. первую в мире книгу, в которой описаны гнойные заболевания центральной нервной системы — менингиты и абсцессы. И в настоящее время частота возникновения данной патологии весьма высока, особенно в развивающихся странах, а результаты лечения следует признать пока еще неудовлетворительными, несмотря на значительные достижения в диагностике, микрохирургии и создании новых эффективных антибактериальных препаратов.

В монографии В.В. Могилы рассмотрены вопросы эпидемиологии, патогенеза и патологической морфологии абсцессов головного мозга. Весьма подробно освещены клинические проявления заболевания и возможности современной диагностики, а также дифференциальная диагностика с другой патологией головного мозга, имеющей сходные клинические и нейровизуализационные характеристики.

Особое внимание уделено проблеме лечения (медикаментозного и хирургического) абсцессов головного мозга с акцентом на некоторые спорные и дискуссионные моменты, касающиеся выбора оптимальной хирургической тактики.

Тщательный и обширный анализ приведенных литературных источников позволяет сделать заключение о всестороннем и глубоком подходе автора к данной проблеме и освещении ее на самом современном уровне. Представляет несомненный интерес и изложенный в книге личный опыт автора.

Практическая ценность монографии не вызывает сомнений — труд позволяет получить целостное и емкое представление о церебральных абсцессах, служит ценным источником информации для нейрохирургов, неврологов, рентгенологов, реаниматологов и других специалистов, особенно начинающих, которые связали свою профессиональную деятельность — и жизнь — с лечением нейрохирургических больных.

*А.Ю. Улитин, д.м.н., профессор,
заслуженный врач Российской Федерации,
заведующий кафедрой нейрохирургии ФГБУ «НМИЦ
им. В.А. Алмазова» Минздрава России, главный
внештатный специалист — нейрохирург Комитета
по здравоохранению Санкт-Петербурга*



Памяти Бориса Всеволодовича ГАЙДАРА (1946–2021)

In memory of Boris Vsevolodovich Gaydar (1946–2021)

29 октября 2021 г. перестало биться сердце Бориса Всеволодовича Гайдара, выдающегося нейрохирурга и ученого.

Борис Всеволодович Гайдар, доктор медицинских наук, профессор, академик РАН, нейрохирург, советский и российский военный врач (главный нейрохирург Министерства обороны Российской Федерации, генерал-лейтенант медицинской службы в отставке), начальник Военно-медицинской академии имени С.М. Кирова (2000–2007), заслуженный деятель науки Российской Федерации, заслуженный врач Российской Федерации, лауреат Государственной премии Российской Федерации в области науки и техники и премии Правительства Российской Федерации, член редакционного совета журнала «Нейрохирургия»

Вклад Бориса Всеволодовича Гайдара как врача, ученого, педагога и организатора в развитие нейрохирургии и военной медицины трудно переоценить. Его славный путь, достижения и заслуги отмечены в полной мере: доктор медицинских наук (1990), профессор (1992), заслуженный деятель науки РФ (1995), заслуженный врач Российской Федерации, академик Международной академии информатизации при ООН (1995), Российской академии медико-технических наук (1995), Международной академии наук экологии, безопасности человека и природы (1997), Академии проблем безопасности, обороны и правопорядка (2001), Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова (2001), РАМН (2005), РАН (2013), почетный доктор Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова (2007). Борис Всеволодович был крупнейшим ученым страны в области боевых повреждений центральной нервной системы и организации специализированной нейрохирургической помощи в Вооруженных силах Российской Федерации в мирное и военное время.

Б.В. Гайдар родился 19 января 1946 г. в г. Запорожье Украинской ССР. После окончания Алма-Атинского государственного медицинского института в 1969 г. работал врачом-нейрохирургом в городской клинической больнице. В 1972 г. призван в ряды Вооруженных сил СССР в качестве командира медицинской роты — ведущего хирурга медико-санитарного батальона, где приобрел серьезный практический опыт. В 1974 г. назначен на должность старшего ординатора нейрохирургического отделения окружного военного госпиталя Краснознаменного Среднеазиатского военного округа и влился в братство военных нейрохирургов, которому служил до последних своих

дней. С 1980 г. проходил службу в Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова и в 1983 г. по окончании адъюнктуры защитил кандидатскую диссертацию, посвященную инновационному направлению — диагностическим и прогностическим показателям цереброваскулярной реактивности в остром периоде тяжелой черепно-мозговой травмы. Будучи старшим преподавателем кафедры нейрохирургии, ярко проявил свои способности педагога, ученого и врача-нейрохирурга. В последующие годы продолжил глубокое изучение нарушений церебральной гемодинамики при заболеваниях и травме головного мозга, внеся большой вклад в теорию и практику нейрохирургии и клинической патофизиологии. В 1990 г. Б.В. Гайдар успешно защитил докторскую диссертацию, в которой были раскрыты фундаментальные закономерности церебральной гемодинамики и показаны пути ее оптимизации при нейрохирургической патологии головного мозга. В результате проведенных научных исследований появилась возможность неинвазивной диагностики функционального состояния церебральной гемодинамики в остром периоде заболеваний головного мозга.

Академик Б.В. Гайдар — признанный пионер в разработке современных принципов оказания специализированной нейрохирургической помощи в Вооруженных силах в мирное и военное время, в том числе при локальных военных конфликтах и в системе медицины катастроф. Б.В. Гайдар — организатор системы специализированных формирований для оказания нейрохирургической помощи пострадавшим при массовых катастрофах и стихийных бедствиях. Участвовал в организации и оказании специализированной помощи

пострадавшим при землетрясении в Армении в декабре 1988 г. Как главный нейрохирург Министерства обороны Российской Федерации разработал современную доктрину оказания специализированной нейрохирургической помощи в условиях локальных конфликтов, неоднократно выезжал в служебные командировки в зоны контртеррористических операций на Северном Кавказе (1995–2001). В соответствии с изменившимися условиями ведения боевых действий Б.В. Гайдаром разработан и внедрен в практику оптимальный алгоритм оказания нейрохирургической помощи, основанный на принципах полноценности и завершенности каждого оперативного вмешательства, исключающего необходимость повторных операций. Борис Всеволодович внес большой вклад в изучение патогенеза, принципов диагностики и лечения тяжелой черепно-мозговой травмы. Впервые именно им определено значение показателей реактивности системы мозгового кровообращения, сформулированы принципы оптимизации церебральной гемодинамики при черепно-мозговой травме с помощью целенаправленного воздействия — как фармакологического, так и немедикаментозного.

Под редакцией профессора Б.В. Гайдара в 1998 г. вышел в свет учебник «Военная нейрохирургия», а в 2002 г. — руководство «Практическая нейрохирургия», одни из наиболее актуальных и востребованных изданий по нейрохирургии. В учебных изданиях, подготовленных для слушателей Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова, помимо прочих, нашли отражение вопросы организации специализированной нейрохирургической помощи в локальных военных конфликтах, реабилитации, военно-врачебной экспертизы.

На протяжении восьми лет профессор Б.В. Гайдар возглавлял кафедру нейрохирургии Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова, в стенах которой получили мощный импульс к развитию такие направления, как нейроэндоскопия, стереотаксическая криохирургия новообразований головного мозга, микрохирургия и эндоваскулярное лечение аневризм, артериовенозных мальформаций, дуральных артериовенозных фистул. Все эти годы кафедра была ведущим хирургическим коллективом академии.

В 1998–2002 гг. Б.В. Гайдар был президентом Ассоциации нейрохирургов России, оставаясь активным членом правления Ассоциации до последнего времени. На протяжении многих лет Борис Всеволодович был

председателем специализированного диссертационного совета, главным редактором электронного журнала «Российская нейрохирургия», членом редакционной коллегии журналов «Вестник Российской Военно-медицинской академии», «Нейрохирургия», «Нейрохирургия и неврология детского возраста», «Клиническая медицина и патофизиология», членом правления Санкт-Петербургской ассоциации нейрохирургов им. проф. И.С. Бабчина.

С 2000 по 2007 гг. Б.В. Гайдар возглавлял Военно-медицинскую академию им. С.М. Кирова. Несмотря на свою занятость, Борис Всеволодович успешно совмещал организационную, педагогическую, научную и хирургическую деятельности. Под его руководством разрабатывались новые направления минимально инвазивной нейрохирургии. В годы руководства академией благодаря активной позиции Б.В. Гайдару удалось осуществить масштабную реконструкцию и переоснащение ряда ведущих хирургических клиник, что создало предпосылки для прогрессивного развития научных школ в самых разных отраслях военной хирургии. Б.В. Гайдар внес существенный вклад в подготовку научных кадров. Под его руководством и при его научном консультировании подготовлены более 27 кандидатов и докторов медицинских наук. Его ученики продолжают педагогическую, научную, лечебную деятельность в Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова, крупнейших медицинских центрах Москвы и Санкт-Петербурга.

В последние годы Б.В. Гайдар уделял много времени духовному возрождению академии. Именно он стоял у истоков восстановления Храма святых первоверховных апостолов Петра и Павла в Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова, в котором 31 октября совершено отпевание тремя настоятелями храмов академии (впервые с 1917 г.).

Б.В. Гайдар награжден орденом Александра Невского, орденами «За службу Родине в Вооруженных Силах СССР», «За заслуги перед Отечеством», орденом Почета и рядом медалей. В 2003 г. удостоен звания лауреата Государственной премии Российской Федерации в области науки и техники за серию работ по теме «Острые внутричерепные кровоизлияния: изучение патогенеза, разработка и внедрение новых технологий в диагностику и хирургическое лечение», а в 2007 г. — лауреата премии Правительства Российской Федерации за цикл работ по нейротравматологии.

Коллеги и ученики скорбят о невосполнимой утрате.

Светлая память о Борисе Всеволодовиче Гайдаре, прекрасном враче, педагоге, ученом, организаторе навсегда сохранится в наших сердцах.