

Детская хирургия

Russian Journal
of Pediatric Surgery



2

Том 28 • 2024

УЧРЕДИТЕЛЬ

Союз медицинского сообщества
«Национальная Медицинская Палата»

ИЗДАТЕЛЬ

ООО «Эко-Вектор»
Адрес: 191186, г. Санкт-Петербург,
Аптекарский переулок, д. 3, литера А,
помещение 1Н
E-mail: info@eco-vector.com
WEB: <https://eco-vector.com>

Периодическое печатное издание
зарегистрировано Федеральной
службой по надзору в сфере связи,
информационных технологий и массовых
коммуникаций (Роскомнадзор),
свидетельство о регистрации
СМИ ПИ № ФС 77 - 84477 от 26.12.2022.

РЕКЛАМА

Отдел рекламы
Тел.: +7 (968) 545 78 20
E-mail: adv2@eco-vector.com

РЕДАКЦИЯ

Заведующая редакцией
Ульяна Григорьевна Пугачева
E-mail: jps-nmp@mail.ru

ПОДПИСКА

на печатную версию через интернет:
www.journals.eco-vector.com
Объединённый каталог «Пресса России»:
<https://www.pressa-rf.ru>
ООО «Урал-Пресс Подписка»
www.ural-press.ru
ООО «Прессинформ»
www.presskiosk.ru
ООО «Коммуникационное агентство Криэйтив
Сервис Бэнд»
www.periodicals.ru
НПО «Информ-система»
www.informsystema.ru
ООО «Профиздат»
www.profizdat.ru
ООО «Руспресса»
www.abcpres.ru

ИНДЕКСАЦИЯ

- РИНЦ (Российский индекс научного цитирования)
- Google Scholar
- Ulrich's Periodical Directory
- Dimensions
- Crossref
- BAK

Оригинал-макет

подготовлен в издательстве «Эко-Вектор».
Литературный редактор: Д.Ю. Хайнюк
Корректор: Д.Ю. Хайнюк
Верстка: Л.А. Минченко

Сдано в набор 23.04.2024.
Подписано в печать 16.05.2024.
Формат 60 × 84 1/8.
Печать офсетная. Печ. л. 16,8. Усл. печ. л. 15,6.
Уч.-изд. л. 9,1. Тираж 500 экз.
Дата выхода в свет: 24.05.2024.
Цена свободная.

Отпечатано в ООО «Типография Фурсова»
196105, Санкт-Петербург, ул. Благодатная, д. 69.
Тел.: +7 (812) 646-33-77

ISSN 1560-9510 (Print)
ISSN 2412-0677 (Online)

Детская хирургия

Том 28 | Выпуск 2 | 2024

НАУЧНЫЙ РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ ЖУРНАЛ

Основан в 1997 г.

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Рошаль Л.М., д.м.н., профессор (Москва, Россия)
ORCID: 0000-0002-6920-7726

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

Шарков С.М., д.м.н., профессор (Москва, Россия)
ORCID: 0000-0002-9563-6815

ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ

Карасева О.В., д.м.н. (Москва, Россия)
ORCID: 0000-0001-9418-4418

НАУЧНЫЙ РЕДАКТОР

Разумовский А.Ю., д.м.н., профессор, член-корр. РАН (Москва, Россия)
ORCID: 0000-0002-9497-4070

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Александров А.Е., д.м.н., профессор
(Москва, Россия)

ORCID: 0000-0001-9093-3426

Амчславский В.Г., д.м.н., профессор
(Москва, Россия)

ORCID: 0000-0002-6880-8060

Афуков И.И., к.м.н., доцент (Москва, Россия)
ORCID: 0000-0001-9850-6779

Баиров В.Г., д.м.н., профессор
(Санкт-Петербург, Россия)

ORCID: 0000-0002-8446-830X

Бландинский В.Ф., д.м.н., профессор
(Ярославль, Россия)

ORCID: 0000-0002-5644-6023

Вечеркин В.А., д.м.н., профессор (Воронеж, Россия)

ORCID: 0000-0002-6024-6585

Врублевский С.Г., д.м.н., профессор (Москва, Россия)

ORCID: 0000-0002-6967-4180

Выборнов Д.Ю., д.м.н., профессор (Москва, Россия)

ORCID: 0000-0001-8785-7725

Гумеров А.А., д.м.н., профессор (Уфа, Россия)

ORCID: 0000-0001-6183-8286

Зоркин С.Н., д.м.н., профессор (Москва, Россия)

ORCID: 0000-0002-4038-1472

Козлов Ю.А., д.м.н., профессор, чл.-кор. РАН
(Иркутск, Россия)

ORCID: 0000-0003-2313-897X

Коварский С.Л., д.м.н., профессор (Москва, Россия)

ORCID: 0000-0001-6310-7110

Кучеров Ю.И., д.м.н., профессор (Москва, Россия)

ORCID: 0000-0001-7189-373X

Митиш В.А., к.м.н., доцент (Москва, Россия)

ORCID: 0000-0001-6411-0709

Морозов Д.А., д.м.н., профессор (Москва, Россия)

ORCID: 0000-0002-1940-1395

Наливкин А.Е., д.м.н., профессор (Москва, Россия)

ORCID: 0000-0003-2032-921X

Новожилов В.А., д.м.н., профессор (Иркутск, Россия)
ORCID: 0000-0002-9309-6691

Окулов А.Б., д.м.н., профессор (Москва, Россия)
ORCID: 0000-0002-8921-2856

Поддубный И.В., д.м.н., профессор (Москва, Россия)
ORCID: 0000-0002-9077-6990

Подкаменев А.В., д.м.н., профессор
(Санкт-Петербург, Россия)

ORCID: 0000-0001-6006-9112

Поляев Ю.А., д.м.н., профессор (Москва, Россия)

ORCID: 0000-0002-9554-6414

Поляков В.Г., д.м.н., профессор, академик РАН
(Москва, Россия)

ORCID: 0000-0002-8096-0874

Сафронов Б.Г., д.м.н., доцент (Иваново, Россия)

ORCID: 0000-0003-2964-2181

Соколов Ю.Ю., д.м.н., профессор (Москва, Россия)

ORCID: 0000-0003-3831-768X

Степаненко С.М., д.м.н., профессор (Москва, Россия)

ORCID: 0000-0001-5985-4869

Тен Ю.В., д.м.н., профессор (Барнаул, Россия)

ORCID: 0000-0003-4002-6478

Тойчугев Р.М., к.м.н., доцент (Ош, Кыргызстан)

ORCID: 0000-0002-5978-6058

Хамраев А.Ж., д.м.н., профессор (Ташкент, Узбекистан)
ORCID: 0000-0002-7651-8901

Цап Н.А., д.м.н., профессор (Екатеринбург, Россия)

ORCID: 0000-0001-9050-3629

Шамсиев А.М., д.м.н., профессор
(Самарканд, Узбекистан)

ORCID: 0000-0001-8482-7037

Чупрова А.Ю., д.ю.н., профессор (Москва, Россия)

ORCID: 0000-0002-7194-2033

Яцык С.П., д.м.н., профессор, член-корр. РАН
(Москва, Россия)

ORCID: 0000-0002-0764-1287

Редакция не несет ответственности за содержание рекламных материалов. Точка зрения авторов может не совпадать с мнением редакции. К публикации принимаются только статьи, подготовленные в соответствии с правилами для авторов. Направляя статью в редакцию, авторы принимают условия договора публичной оферты. С правилами для авторов и договором публичной оферты можно ознакомиться на сайте: <https://jps-nmp.ru/jour/index>. Полное или частичное воспроизведение материалов, опубликованных в журнале, допускается только с письменного разрешения издателя — издательства «Эко-Вектор».

16+

© ООО «Эко-Вектор», 2024



FOUNDER

Union of the Medical Community
"National Medical Chamber"

PUBLISHER

Eco-Vector
Address: 3 liter A, 1H, Aptekarsky
pereulok, 191186, St. Petersburg,
Russian Federation
E-mail: info@eco-vector.com
WEB: <https://eco-vector.com>

ADVERTISE

Adv. department

Phone: +7 (968) 545 78 20
E-mail: adv2@eco-vector.com

EDITORIAL OFFICE

Executive editor

Ul'yana G. Pugacheva
E-mail: jps-nmp@mail.ru

SUBSCRIPTION

For print version:
www.journals.eco-vector.com

INDEXATION

- Russian Science Citation Index
- Google Scholar
- Ulrich's Periodicals Directory
- Dimensions
- Crossref

TYPESET

completed in Eco-Vector
Copyeditor: *D.Yu. Khainiuk*
Proofreader: *D.Yu. Khainiuk*
Layout editor: *L.A. Minchenko*

ISSN 1560-9510 (Print)
ISSN 2412-0677 (Online)

Russian Journal of Pediatric Surgery

Volume 28 | Issue 2 | 2024

PEER-REVIEWED BIMONTHLY MEDICAL JOURNAL

Published since 1997

EDITOR-IN-CHIEF

Leonid M. Roshal, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor (Moscow, Russia)
ORCID: 0000-0002-6920-7726

ASSISTANT EDITOR-IN-CHIEF

Sergey M. Sharkov, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor (Moscow, Russia)
ORCID: 0000-0002-9563-6815

EDITORIAL SECRETARY

Olga V. Karaseva, MD, Dr. Sci. (Medicine) (Moscow, Russia)
ORCID: 0000-0001-9418-4418

SCIENTIFIC EDITOR

Aleksandr Yu. Razumovsky, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor, Corresponding Member of the RAS (Moscow, Russia)
ORCID: 0000-0002-9497-4070

EDITORIAL COUNCIL

Andrey E. Aleksandrov, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor
(Moscow, Russia)
ORCID: 0000-0001-9093-3426

Valeriy G. Amcheslavsiy, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor
(Moscow, Russia)
ORCID: 0000-0002-6880-8060

Ivan I. Afukov, MD, Cand. Sci. (Medicine), Assoc. Professor
(Moscow, Russia)
ORCID: 0000-0001-9850-6779

Vladimir G. Bairov, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor
(Saint Petersburg, Russia)
ORCID: 0000-0002-8446-830X

Valeriy F. Blandinsky, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor
(Yaroslavl, Russia)
ORCID: 0000-0002-5644-6023

Vladimir A. Vechyorkin, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor
(Voronezh, Russia)
ORCID: 0000-0002-6024-6585

Sergey G. Vrublevskiy, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor
(Moscow, Russia)
ORCID: 0000-0002-6967-4180

Dmitriy Yu. Vybornov, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor
(Moscow, Russia)
ORCID: 0000-0001-8785-7725

Aitbay A. Gumerov, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor
(Ufa, Russia)
ORCID: 0000-0001-6183-8286

Sergey N. Zorkin, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor
(Moscow, Russia)
ORCID: 0000-0002-4038-1472

Yuriy A. Kozlov, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor,
Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences
(Irkutsk, Russia)
ORCID: 0000-0003-2313-897X

Semen L. Kovarskiy, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor
(Moscow, Russia)
ORCID: 0000-0001-6310-7110

Yuri I. Kucherov, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor
(Moscow, Russia)
ORCID: 0000-0001-7189-373X

Valeriy A. Mitish, MD, Cand. Sci. (Medicine), Assoc. Professor
(Moscow, Russia)
ORCID: 0000-0001-6411-0709

Dmitriy A. Morozov, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor
(Moscow, Russia)
ORCID: 0000-0002-1940-1395

Alexander E. Nalivkin, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor
(Moscow, Russia)
ORCID: 0000-0003-2032-921X

Vladimir A. Novozhilov, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor
(Irkutsk, Russia)
ORCID: 0000-0002-9309-6691

Aleksey B. Okulov, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor
(Moscow, Russia)
ORCID: 0000-0002-8921-2856

Igor V. Poddubnyi, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor
(Moscow, Russia)
ORCID: 0000-0002-9077-6990

Alexey V. Podkamenev, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor
(Saint Petersburg, Russia)
ORCID: 0000-0001-6006-9112

Yuri A. Polyayev, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor
(Moscow, Russia)
ORCID: 0000-0002-9554-6414

Vladimir G. Polyakov, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor
(Moscow, Russia)
ORCID: 0000-0002-8096-0874

Boris G. Safronov, MD, Dr. Sci. (Medicine), Assoc. Professor,
Academician of the Russian Academy of Sciences
(Ivanovo, Russia)
ORCID: 0000-0003-2964-2181

Yuriy Yu. Sokolov, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor
(Moscow, Russia)
ORCID: 0000-0003-3831-768X

Sergey M. Stepanenko, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor
(Moscow, Russia)
ORCID: 0000-0001-5985-4869

Yuriy V. Ten, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor (Barnaul, Russia)
ORCID: 0000-0003-4002-6478

Rakhmanbek M. Toichuev, MD, Cand. Sci. (Medicine),
Assoc. Professor (Osh, Kyrgyzstan)
ORCID: 0000-0002-5978-6058

Abdurashid Ju. Khamraev, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor
(Tashkent, Uzbekistan)
ORCID: 0000-0002-7651-8901

Natalya A. Tsap, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor
(Ekaterinburg, Russia)
ORCID: 0000-0001-9050-3629

Azamat M. Shamsiev, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor
(Samarkand, Uzbekistan)
ORCID: 0000-0001-8482-7037

Antonina Yu. Chuprova, Dr. Sci. (Jurisprudence), Professor,
Professor (Moscow, Russia)
ORCID: 0000-0002-7194-2033

Sergey P. Yatsyk, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor,
Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences
(Moscow, Russia)
ORCID: 0000-0002-0764-1287

16+

© Eco-Vector, 2024



The editors are not responsible for the content of advertising materials. The point of view of the authors may not coincide with the opinion of the editors. Only articles prepared in accordance with the guidelines are accepted for publication. By sending the article to the editor, the authors accept the terms of the public offer agreement. The guidelines for authors and the public offer agreement can be found on the website: <https://jps-nmp.ru/jour/index>. Full or partial reproduction of materials published in the journal is allowed only with the written permission of the publisher — the Eco-Vector publishing house.

СОДЕРЖАНИЕ

ОРИГИНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

<i>П.К. Винель, В.В. Царева, П.Г. Бабошко, А.И. Синецкий, А.С. Кожевников, А.В. Грунин</i> Моноаминоксидаза тромбоцитов и аденозинтрифосфатазы эритроцитов как биомаркеры некротизирующего энтероколита	124
<i>Н.К. Барова, И.Х. Егиев, А.Н. Григорова, И.А. Убилава, А.Е. Стрюковский, В.М. Надгериев, В.М. Старченко</i> Эффективность видеоторакоскопической санации плевральной полости в сочетании с местной протеолитической терапией у детей с острой эмпиемой плевры	133
<i>А.В. Щербаков, Ю.Ф. Сташко, С.А. Ким, В.Е. Данилин, Г.В. Летягин, Е.В. Амелина</i> Концентрация остеокальцина в сыворотке крови детей с краниосиностозами	143
<i>Г.Е. Ройтберг, И.Э. Азнаурян, О.В. Струнин, И.В. Смирнов, В.О. Баласанян, С.Г. Агагулян, Н.В. Кондратова, В.В. Лазарев</i> Анестезиологическое обеспечение лазерной коррекции зрения у детей	151
<i>С.Н. Зоркин, О.Д. Никулин, Е.Л. Семикина, А.Н. Цыгин, М.А. Сновская, А.М. Милованова, Д.С. Шахновский, Р.Р. Баязитов</i> Оценка эффективности нефропротективной стероидной терапии с помощью анализа концентраций новых маркеров почечного повреждения при дистанционной ударно-волновой литотрипсии у детей	158
<i>Д.Ю. Выборнов, А.В. Некрутов, Н.Ю. Семенов, К.Е. Хмельницкий, А.О. Ильин</i> К вопросу обезболивания у детей в амбулаторной практике врача-травматолога	170

НАУЧНЫЕ ОБЗОРЫ

<i>А.Д. Маматкулов, Е.С. Зайцева, Ж.Б. Семенова, Т.А. Ахадов</i> Черепно-мозговая травма у младенцев и детей раннего возраста (обзор литературы)	184
<i>А.О. Шомина, З.Б. Митупов, А.Ю. Разумовский, Г.С. Гынку, В.И. Нурик, А.А. Павлов</i> Лечение воронкообразной деформации грудной клетки у детей с помощью вакуумного колокола: обзор литературы	194
<i>В.С. Зюзин</i> Трансфузионная терапия компонентами аллогенной крови у детей в кардиохирургии.	206

КЛИНИЧЕСКИЕ СЛУЧАИ

<i>Ю.А. Козлов, С.С. Полоян, Э.В. Сапужин, А.С. Страшинский, М.В. Макарошкина, А.А. Марчук, А.П. Рожанский, А.А. Быргазов, С.А. Муравьев, А.Н. Наркевич</i> Робот-ассистированная миотомия по Хеллеру в лечении ахалазии пищевода у детей.	215
<i>А.С. Задвернюк, Н.В. Куликова, В.И. Нурик, А.Ю. Разумовский, Н.А. Князева</i> Мезопортальное шунтирование у ребёнка 7-ми мес. с предпечёночной портальной гипертензией	224
<i>И.А. Карякина, М.Г. Рехвиашвили, И.Г. Базина, Н.Н. Богатырева, К.Д. Проплеткина</i> Невус Ядассона у новорожденного: хирургическое лечение или консервативная тактика?	231
<i>А.А. Гумеров, И.О. Валитов, Р.А. Гумеров, Е.А. Смирнов, С.В. Колодко</i> Рецидив ложной левосторонней диафрагмальной грыжи, осложнённой ущемлением и некрозом ободочной кишки, перфорацией слепой кишки и перитонитом, у ребёнка 2 лет.	239

ЗОЛОТОЙ АРХИВ ДЕТСКОЙ ХИРУРГИИ

<i>В.И. Бессарабов</i> Грудобрюшная локализация тератодермоидной опухоли у ребенка	245
---	-----

CONTENTS

ORIGINAL STUDY ARTICLES

- Polina K. Vinel, Valentina V. Tsareva, Pavel G. Baboshko, Anton I. Sinitskii, Artem S. Kozhevnikov, Alexandr V. Grunin*
Platelet monoamine oxidase and erythrocyte adenosine triphosphatase as biomarkers of necrotizing enterocolitis 124
- Natusya K. Barova, Ivan Kh. Egiev, Alina N. Grigorova, Irma A. Ubilava, Andrey E. Stryukovskiy, Valery M. Nadgeriev, Valery M. Starchenko*
The effectiveness of video-assisted thoracoscopic sanitation of the pleural cavity in combination with local proteolytic therapy in children with acute pleural empyema 133
- Aleksandr V. Shcherbakov, Yulia F. Stashko, Sergey A. Kim, Vasily E. Danilin, German V. Letyagin, Evgenia V. Amelina*
Serum osteocalcin concentration in children with craniosynostosis 143
- Grigoriy E. Roitberg, Igor E. Aznauryan, Oleg V. Strunin, Igor V. Smirnov, Victoria O. Balasanyan, Satenik G. Agagulyan, Natalia V. Kondratova, Vladimir V. Lazarev*
Anesthetic support for laser vision correction in children 151
- Sergey N. Zorkin, Oleg D. Nikulin, Elena L. Semikina, Alexey N. Tsygin, Marina A. Snovskaya, Anastasia M. Milovanova, Dmitry S. Shakhnovsky, Rimir R. Bayazitov*
Assessment of the nephroprotective efficacy of steroid therapy by analyzing concentrations of new markers of the renal damage at the extracorporeal remote shock wave lithotripsy in children 158
- Dmitry Yu. Vybornov, Aleksandr V. Nekrutov, Nikolay Yu. Semenov, Konstantin Ye. Khmel'nitskiy, Andrey O. Ilyin*
To the question of analgesia support of children in traumatologists' outpatient practice 170

REVIEWS

- Alisher D. Mamatkulov, Ekaterina S. Zaitzeva, Zhanna B. Semenova, Tolibdzhon A. Ahadov*
Traumatic brain injury in infants and little children (a literature review) 184
- Alena O. Shominova, Zorikto B. Mitupov, Aleksander Yu. Razumovskiy, George S. Gincu, Vera I. Nurik, Anatoliy A. Pavlov*
Treatment of pectus excavatum in children with the vacuum bell: a literature review 194
- Vadim S. Zyuzin*
Transfusion therapy with allogeneic blood components in children of cardiosurgical units 206

CASE REPORTS

- Yuri A. Kozlov, Simon S. Poloyan, Eduard V. Sapukhin, Alexey S. Strashinsky, Marina V. Makarochkina, Andrey A. Marchuk, Alexander P. Rozhanski, Anton A. Byrgazov, Sergey A. Muravev, Artem N. Narkevich*
Robot-assisted Heller myotomy in the treatment of achalasia in children 215
- Aleksandr S. Zadvernyuk, Nadezhda V. Kulikova, Vera I. Nurik, Aleksander Yu. Razumovskiy, Natalia A. Knyazeva*
Meso-Rex bypass in a 7-month-old child with prehepatic portal hypertension 224
- Irina A. Karyakina, Mikhail G. Rekhviashvili, Irina G. Bazina, Nina N. Bogatyreva, Kristina D. Propletkina*
Jadassohn's nevus in a newborn: surgical treatment or conservative tactics 231
- Aitbai A. Gumerov, Ildar O. Valitov, Ramil A. Gumerov, Evgeny A. Smirnov, Sabina V. Kolodko*
Relapse of a false left-sided diaphragmatic hernia in a 2-year-old child complicated by strangulation and colon necrosis, cecum perforation and peritonitis 239

THE GOLDEN ARCHIVE OF PEDIATRIC SURGERY

- Viktor I. Bessarabov*
Thoracoabdominal localization of a teratodermoid tumor in a child 245

DOI: <https://doi.org/10.17816/ps670>

Моноаминоксидаза тромбоцитов и аденозинтрифосфатазы эритроцитов как биомаркеры некротизирующего энтероколита

П.К. Винель¹, В.В. Царева^{1, 2}, П.Г. Бабошко², А.И. Синицкий¹, А.С. Кожевников¹, А.В. Грунин¹¹ Южно-Уральский государственный медицинский университет, Челябинск, Россия;² Челябинская областная детская клиническая больница, Челябинск, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Диагностика некротизирующего энтероколита сложна и часто малоэффективна. Ранними предикторами развития, прогрессирования и тяжёлого течения заболевания могут являться биомаркеры, отражающие ключевые звенья этиопатогенеза.

Цель. Оценка потенциальной возможности определения активности тромбоцитарной моноаминоксидазы и аденозинтрифосфатаз эритроцитов для прогнозирования развития некротизирующего энтероколита у недоношенных новорождённых.

Методы. Исследование проведено в два этапа и включало 28 детей, находившихся на лечении в ГАУЗ «Челябинская областная детская клиническая больница» в период с ноября 2021 г. по декабрь 2022 г. На первом этапе обследовали недоношенных новорождённых, среди которых набрана группа детей с некротизирующим энтероколитом IIБ–IIIA–Б стадии. Для исследования использовали венозную кровь. Второй этап включал дополнительное исследование препаратов кишки, полученных при проведении оперативного вмешательства у новорождённых с хирургической патологией.

Результаты. У детей с некротизирующим энтероколитом наблюдали достоверно значимое снижение специфической активности моноаминоксидазы тромбоцитов, коррелирующее с активностью моноаминоксидазы в препаратах кишки. Установили снижение активности магниево-аденозинтрифосфатазы эритроцитов на 50–100% от максимальной активности фермента в контрольной группе, снижение активности натрий-калиевой аденозинтрифосфатазы эритроцитов в 4 раза от максимальных значений группы контроля, значительное повышение активности кальциевой аденозинтрифосфатазы эритроцитов.

Заключение. Полученные данные позволяют предположить, что моноаминоксидаза тромбоцитов у недоношенных новорождённых потенциально может являться индикатором незрелости тканей и органов, а не маркером воспаления и окислительного повреждения. Изменения активности аденозинтрифосфатаз эритроцитов у недоношенных с хирургическими стадиями некротизирующего энтероколита свидетельствуют о гипоксическом гипознергетическом состоянии, сопровождающимся высокими концентрациями внутриклеточного кальция. Результаты исследования перспективны с точки зрения разработки новых методов диагностики/прогноза некротизирующего энтероколита новорождённых.

Ключевые слова: некротизирующий энтероколит; моноаминоксидаза; АТФ-азы; биомаркеры.

Как цитировать:

Винель П.К., Царева В.В., Бабошко П.Г., Синицкий А.И., Кожевников А.С., Грунин А.В. Моноаминоксидазы тромбоцитов и аденозинтрифосфатазы эритроцитов как биомаркеры некротизирующего энтероколита // Детская хирургия. 2024. Т. 28. № 2. С. 124–132. DOI: <https://doi.org/10.17816/ps670>

DOI: <https://doi.org/10.17816/ps670>

Platelet monoamine oxidase and erythrocyte adenosine triphosphatase as biomarkers of necrotizing enterocolitis

Polina K. Vinel¹, Valentina V. Tsareva^{1,2}, Pavel G. Baboshko², Anton I. Sinitskii¹, Artem S. Kozhevnikov¹, Alexandr V. Grunin¹

¹ South-Ural State Medical University, Chelyabinsk, Russia;

² Chelyabinsk Regional Pediatric Hospital, Chelyabinsk, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: The diagnostics of necrotizing enterocolitis is a complex and often ineffective issue. Biomarkers reflecting key links in the pathogenesis of the disease may serve as early predictors of development, progression, and severe course of necrotizing enterocolitis.

AIM: To assess potentials of platelet monoamine oxidase activity and erythrocyte ATPase to predict the development of necrotizing enterocolitis in premature newborns.

METHODS: The present study had two stages and included 28 children who were treated at the Chelyabinsk Regional Children's Clinical Hospital from November 2021 to December 2022. At the first stage, premature newborns were examined; among them a group of newborns with necrotizing enterocolitis IIB–IIIA–B was identified. Venous blood was used for testings. At the second stage, specimens obtained from the intestine during surgical interventions in newborns with surgical pathology were examined additionally as well.

RESULTS: Children with necrotizing enterocolitis showed a significant decrease in the specific activity of platelet monoamine oxidase which correlated with the activity of monoamine oxidase in gut specimens. The following changes were registered: decrease in the activity of magnesium adenosine triphosphatase in erythrocytes by 50–100% of the maximum enzyme activity in the control group; decrease of sodium-potassium adenosine triphosphatase activity by 4 times from the maximum values in the control group. There was also a significant increase in the activity of calcium adenosine triphosphatase activity in erythrocytes.

CONCLUSION: The obtained data allow to suggest that platelet monoamine oxidase in preterm newborns may potentially serve as an indicator of tissue and organ immaturity, rather than a marker of inflammation and oxidative damage. Changes in erythrocyte adenosine triphosphatase activity in preterm infants with surgical stages of necrotizing enterocolitis indicate a hypoxic hypoenergetic state, accompanied by high concentrations of intracellular calcium.

The obtained data are promising for developing new methods for diagnosis/prognosis of necrotizing enterocolitis in newborns.

Keywords: necrotizing enterocolitis; monoamine oxidase; ATPases; biomarkers.

To cite this article:

Vinel PK, Tsareva VV, Baboshko PG, Sinitskii AI, Kozhevnikov AS, Grunin AV. Platelet monoamine oxidase and erythrocyte adenosine triphosphatase as biomarkers of necrotizing enterocolitis. *Russian Journal of Pediatric Surgery*. 2024;28(2):124–132. DOI: <https://doi.org/10.17816/ps670>

ОБОСНОВАНИЕ

Некротизирующий энтероколит (НЭК) — трудно и часто несвоевременно диагностируемое заболевание недоношенных новорождённых, в отсутствие безотлагательного терапевтического и хирургического лечения приводящее к необратимым повреждениям кишечника. Патогенетической основой НЭК являются как незрелость желудочно-кишечного тракта, так и сопутствующие ей неблагоприятные факторы: гипоксия, воспаление, ошибки при введении энтерального питания и др. [1]. Диагностика НЭК сложна и часто малоэффективна. Наиболее широко используемыми в клинической практике лабораторными показателями для выявления НЭК являются С-реактивный белок и прокальцитонин. Они малоэффективны для ранней диагностики заболевания и наиболее полезны для мониторинга динамики заболевания. Ранними предикторами развития, прогрессирования и тяжёлого течения НЭК могут являться биомаркеры, отражающие ключевые звенья этиопатогенеза заболевания [2]. Их можно использовать вместе с клиническими и инструментальными методами исследования при решении вопросов хирургической тактики ведения.

Моноаминоксидаза (МАО, КФ 1.4.3.4) — фермент внешней мембраны митохондрий, катализирующий дезаминирование биогенных аминов и ксенобиотиков, присутствующий практически во всех тканях. Высокая активность обеих изоформ фермента (МАО-А и МАО-Б) характерна для мозга, печени, почек, тканей тонкой и толстой кишки [3–4]. За время онтогенеза МАО-Б претерпевает выраженные изменения степени экспрессии и активности [4]. Наименьшая активность выявляется у плода, а с возрастом активность увеличивается [5]. МАО является кислородзависимым ферментом, активность которого закономерно снижается при гипоксии [6]. Таким образом, МАО-Б может являться как индикатором незрелости тканей и органов, так и косвенно указывать на состояние гипоксии. Наиболее доступный объект для определения активности МАО, отражающий изменения активности фермента в тканях — тромбоциты, для которых характерна исключительно активность изоформы МАО-Б [7]. Корреляция активности тромбоцитарной МАО-Б и МАО-Б тканей кишечника на настоящий момент не установлена, и попытка подтверждения её наличия предпринята в данной работе. Другим потенциально значимым биомаркером при НЭК могут быть аденозинтрифосфатазы (АТФ-азы, КФ 3.6.1.3 до 2020 г.) эритроцитов. Это хорошо изученный фермент, реагирующий уменьшением активности в ответ на гипоксию, сигнализирующий о наличии гипоенергетического состояния [8] и обладающий большим, практически нереализованным, маркерным потенциалом в отношении доношенных и недоношенных новорождённых.

ЦЕЛЬ

Определение активности тромбоцитарной МАО и АТФ-аз эритроцитов для оценки их участия в патогенезе и возможности использования в прогнозе развития НЭК II–III стадии.

МЕТОДЫ

Дизайн исследования

Проведено двухэтапное обсервационное ретроспективное исследование случай-контроль.

Критерии соответствия

Критерии включения: в исследование включены новорождённые с НЭК IIB–IIIA–B стадии, установленным согласно модифицированным критериям стадирования по Белл, добровольное информированное согласие законного представителя пациента на использование медицинских данных в научных целях и публикацию результатов исследования.

Критерии не включения: тяжёлые пороки развития желудочно-кишечного тракта, мочеполовой системы, органов грудной полости и средостения, генетические заболевания, злокачественные новообразования, отказ законного представителя от участия в исследовании.

Критерии исключения: отказ законного представителя от дальнейшего участия в исследовании, невозможность получения биоматериала для исследования.

Условия проведения

Исследование проведено на базе ГАУЗ «Челябинская областная детская клиническая больница». В исследовании участвовали 28 детей, находившихся на лечении в период с ноября 2021 г. по декабрь 2022 г.

Описание медицинского вмешательства

На первом этапе обследовали недоношенных новорождённых, из которых набрали основную группу — детей с НЭК IIB–IIIA–B, установленным согласно модифицированным критериям стадирования по Белл ($n=7$, срок гестации $30,7 \pm 0,49$ нед.; масса тела при рождении $1\ 300 \pm 208$ г) и контрольную группу ($n=12$, срок гестации $34,8 \pm 2,05$ нед.; масса тела при рождении $2\ 283 \pm 185$ г). Для исследования использовали венозную кровь, которую забирали в пробирки с антикоагулянтом — этилендиаминтетрауксусной кислотой. У детей основной группы кровь забирали при постановке диагноза (на 3–4 нед. жизни), у детей контрольной группы — на 1 нед. жизни. Таким образом был достигнут сопоставимый постконцептуальный возраст детей контрольной и опытной групп (34–35 нед.), отражающий степень морфофункционального развития ребёнка.

Второй этап включал одномоментное исследование интраоперационного материала — препаратов кишки

и тромбоцитов венозной крови ($n=9$), полученных при проведении оперативного вмешательства у новорождённых с хирургической патологией (НЭК, атрезия ануса, нейрональная дисплазия).

Активность MAO тромбоцитов и кишки определяли спектрофотометрическим методом по реакции с 2,4-динитрофенилгидразином (модификация метода G. Huang и соавт.) [9]. Активность АТФ-азы в эритроцитах измеряли по степени высвобождения неорганического фосфата (G. Bartolommei и соавт.) [10].

Статистический анализ

Статистический анализ выполнен с использованием пакета прикладных компьютерных программ SPSS-17.0. Статистическую значимость отличий оценивали с помощью непараметрического критерия Манна–Уитни, результаты описательной статистики выражали в виде медианы (*Me*) и диапазона между «нижним» (LQ, 25 процентиль) и «верхним» (UQ, 75 процентиль) квартилями. Корреляционный анализ проводили с использованием коэффициента ранговой корреляции Спирмена.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В группе детей с НЭК выявлено значимое снижение активности MAO тромбоцитов по сравнению с контрольной группой (рис. 1).

Для получения объективных данных и установления специфичности маркера в отношении тканей кишечника, было проведено сопоставление активности MAO в образцах кишечной стенки и в тромбоцитах крови, полученных во время оперативного вмешательства (табл. 1). Установлена прямая корреляционная связь между активностью MAO-Б в препаратах кишки и активностью MAO-Б в тромбоцитах ($0,837, p=0,01$).

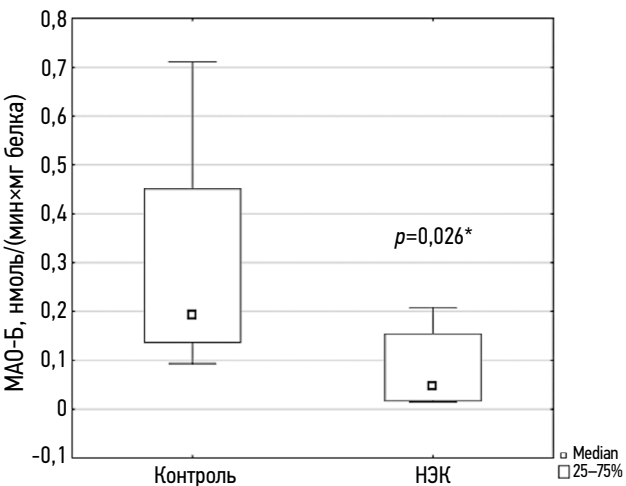


Рис. 1. Активность тромбоцитарной моноаминоксидазы: MAO-Б — моноаминоксидаза Б; Контроль — контрольная группа; НЭК — группа больных некротизирующим энтероколитом; Median — медиана; * — различия статистически значимы по отношению к контролю по критерию Манна–Уитни.

Fig. 1. Platelet monoamine oxidase activity: MAO-B — monoamine oxidase B; Контроль — control group; НЭК — group of patients with necrotizing enterocolitis; * — differences are statistically significant compared to the control according to the Mann–Whitney criterion.

Активность MAO-A, широко распространённой в тканях кишечника, никак не коррелировала со значениями тромбоцитарной MAO и возрастом ребёнка на момент взятия биологического материала и была относительно высокой как у доношенных, так и недоношенных детей (см. табл. 1).

У недоношенных новорождённых с НЭК наблюдали четырёхкратное снижение активности натрий-калиевой (Na/K) АТФ-азы эритроцитов — $0,093 (0,075–0,247)$ мкмоль/(мин×мг Hb), среди детей контрольной группы — $0,383 (0,213–0,601)$ мкмоль/(мин×мг Hb) (рис. 2).

Таблица 1. Активность моноаминоксидазы тромбоцитов и кишечника у детей с хирургической патологией

Table 1. Platelet and intestinal monoamine oxidase activity in children with surgical pathology

Диагноз	Гестационный возраст, нед. / Масса тела при рождении, г	Возраст в момент взятия биоматериала, дни	MAO, нмоль/(мин×мг белка)		
			Препарат кишки		Тромбоциты
			MAO-A	MAO-B	MAO-B
Атрезия ануса	39 / 3120	1	6,32	0,69	0,08
Атрезия ануса	39 / 2740	1	2,64	0,66	0,13
НЭК (перфорация)	32 / 960	17	1,52	0,66	0,66
Нейрональная дисплазия	36 / 2010	34	2,17	0,15	0,02
НЭК (перфорация)	35 / 3270	36	0,73	0,26	0,04
Нейрональная дисплазия	38 / 2850	71	17,7	0,10	0,07
НЭК (закрытие стомы)	27 / 990	76	13,38	2,26	1,87
НЭК (с исходом в стеноз)	29 / 950	86	3,91	1,28	1,13
НЭК (закрытие стомы)	32 / 960	96	0,67	0,76	0,38

Примечание. НЭК — некротизирующий энтероколит; MAO — моноаминоксидаза.

Note. НЭК — necrotizing enterocolitis; MAO — monoamine oxidase.

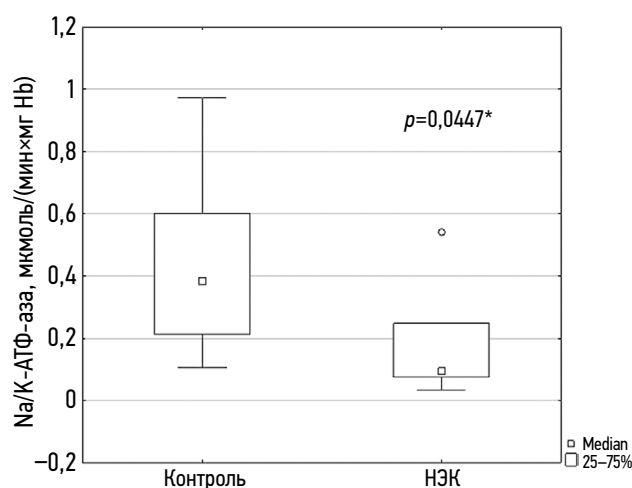


Рис. 2. Активность натрий-калиевой аденозинтрифосфатазы эритроцитов: Na/K-АТФ-аза — натрий-калиевая аденозинтрифосфатаза эритроцитов; Контроль — контрольная группа; НЭК — группа больных некротизирующим энтероколитом; Median — медиана; * — различия статистически значимы по отношению к контролю по критерию Манна–Уитни.

Fig. 2. Erythrocyte sodium-potassium adenosine triphosphatase activity: Na/K-АТФ-аза — erythrocyte sodium-potassium adenosine triphosphatase; Контроль — control group; НЭК — group of patients with necrotizing enterocolitis; * — differences are statistically significant compared to the control according to the Mann–Whitney criterion.

Выявлено статистически значимое снижение активности (вплоть до отсутствия) магниевой (Mg) АТФ-азы эритроцитов у детей с НЭК — 0 (0–0,2) мкмоль/(мин×мг Hb) в сравнении с максимальной активностью фермента у детей контрольной группы — 0,382 (0,178–0,519) мкмоль/(мин×мг Hb) (рис. 3).

У детей с хирургическими стадиями НЭК выявлена повышенная активность кальциевой (Ca) АТФ-азы эритроцитов — 0,6409 (0,5956–1,3503) мкмоль/(мин×мг Hb), по сравнению с детьми контрольной группы 0,2556 (0,1279–0,3830) мкмоль/(мин×мг Hb) (рис. 4).

Нежелательные явления

В ходе исследования не возникало нежелательных явлений. В случае, если состояние ребёнка, включённого в исследование, не позволяло получить достаточное количество биологического материала для определения активности изучаемых ферментов, ребёнка исключали из исследования.

ОБСУЖДЕНИЕ

Сегодня данные, отражающие повышенную экспрессию и активность тромбоцитарной MAO в онтогенезе человека, особенно у недоношенных детей с патологией, ограничены и в основном используются для оценки состояния центральной нервной системы [11–13]. Полученные нами данные активности тромбоцитарной MAO

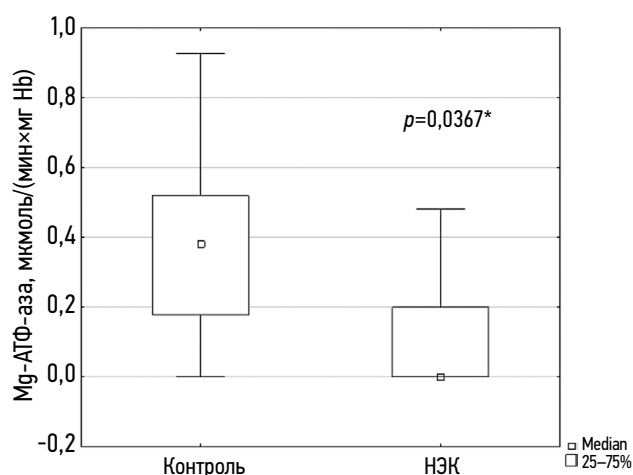


Рис. 3. Активность магниевой аденозинтрифосфатазы эритроцитов: Mg-АТФ-аза — магниевая аденозинтрифосфатаза эритроцитов; Контроль — контрольная группа; НЭК — группа больных некротизирующим энтероколитом; Median — медиана; * — различия статистически значимы по отношению к контролю по критерию Манна–Уитни.

Fig. 3. Erythrocytes magnesium adenosine triphosphatase activity: Mg-АТФ-аза — erythrocyte magnesium adenosine triphosphatase; Контроль — control group; НЭК — group of patients with necrotizing enterocolitis; * — differences are statistically significant compared to the control according to the Mann–Whitney criterion.

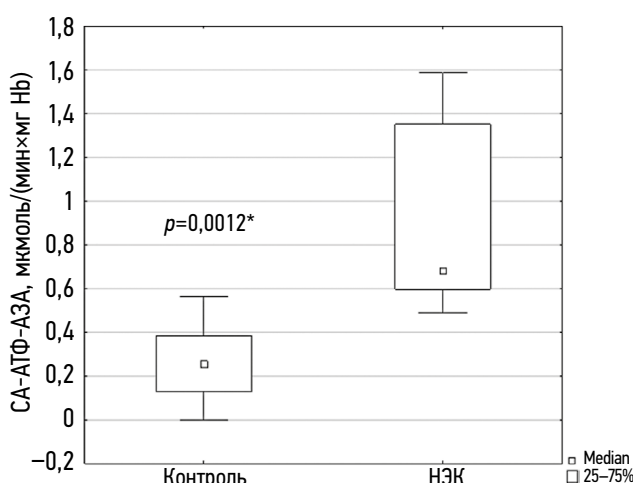


Рис. 4. Активность кальциевой аденозинтрифосфатазы эритроцитов: Ca-АТФ-аза — кальциевая аденозинтрифосфатаза эритроцитов; Контроль — контрольная группа; НЭК — группа больных некротизирующим энтероколитом; Median — медиана; * — различия статистически значимы по отношению к контролю по критерию Манна–Уитни.

Fig. 4. Erythrocytes calcium adenosine triphosphatase activity: Ca-АТФ-аза — erythrocyte calcium adenosine triphosphatase; Контроль — control group; НЭК — group of patients with necrotizing enterocolitis; * — differences are statistically significant compared to the control according to the Mann–Whitney criterion.

для контрольной группы практически соответствовали значениям, показанным J.B. Jones и соавт. для здоровых доношенных новорождённых при рождении [14]. Таким образом недоношенные дети контрольной группы,

у которых при ретроспективной оценке не развился НЭК, уже на 1 нед. жизни достигали функциональной зрелости ферментативной моноаминоксидазной системы тромбоцитов на уровне доношенных новорождённых, что, вероятно, может служить благоприятным прогностическим признаком системной зрелости тканей и указывает на относительно невысокие риски развития НЭК.

Низкая активность тромбоцитарной MAO у недоношенных новорождённых, соответствовала уровням активности MAO в тканях плода на 19–21 нед. гестации [5, 14–15]. Наблюдаемое отставание темпов становления ферментативной активности может отражать как системную функциональную незрелость моноаминоксидазной системы тканей, так и количественную/качественную транзиторную дисфункцию митохондрий, так как регуляция MAO осуществляется совместно с другими митохондриальными ферментами [16]. Нельзя полностью исключить и влияние системного гипоксического состояния на активность MAO, так как концентрация кислорода является лимитирующим фактором для моноаминоксидазной реакции. В полученных результатах ещё раз находит подтверждение тот факт, что активность MAO-B (но не MAO-A) в тканях, экспрессирующих данный фермент, находится под генетическим контролем и связана со стадиями развития плода и новорождённого в онтогенезе.

Для индикации системного гипоксического/гипоэнергетического состояния определялась активность АТФ-аз эритроцитов (табл. 1). Na/K-АТФ-аза (КФ 7.2.2.13) отвечает за поддержание мембранного потенциала любой живой клетки, за счёт обеспечения химического и электрического градиента. Для поддержания своей функциональной активности фермент использует от 1/3 до 50% клеточного АТФ, поэтому любые патологические состояния, приводящие к снижению парциального содержания кислорода в клетке (ишемическое повреждение, гипоксия) и нарушению работы дыхательной цепи (основной источник АТФ), отражаются на активности АТФ-азы [17]. У детей с НЭК наблюдали снижение активности Na/K-АТФ-азы эритроцитов. Ведущей причиной этого могут быть гипоперфузия и/или гипоксия, являющиеся важным патогенетическим фактором НЭК. Кроме того, имеются данные о системной низкой активности Na/K-АТФ-азы в следствие незрелости данного ионного транспортера у недоношенных новорождённых с гестационным возрастом до 35 нед. [18]. У обследованных нами детей с хирургическим НЭК повышения активности Na/K-АТФ-азы не наблюдалось несмотря на то, что кровь на исследование забирали не раньше 3–4 нед. после рождения, что также может свидетельствовать об отставании темпов становления ферментативной системы у данной группы пациентов. Также необходимо учитывать, что Na/K-АТФ-аза имеет сайты связывания и регуляции ионами Ca и Mg, и её активность зависит от концентрации этих ионов [19].

Основная функция Mg-АТФ-азы (КФ 7.6.2.1) — АТФ-зависимое поддержание формы эритроцита — реализуется

посредством фосфорилирования отрицательно заряженных мембранных фосфолипидов и активного транспорта аминокислот с внешнего слоя плазматической мембраны на внутренний [20–21]. Значительное снижение активности Mg-АТФ-азы у детей с НЭК может свидетельствовать как о дефиците основных субстратов реакции (АТФ и Mg), так и о нарушении/недостаточности антиоксидантной системы, так как эндогенным ингибитором фермента могут выступать высокие концентрации окисленного глутатиона [22]. Кроме того, высокие концентрации свободного внутриклеточного Ca опосредованно активируют скрамблазу (белок, ответственный за двунаправленное трансмембранное движение фосфолипидов, приводящее к нарушению исходного асимметричного распределения фосфолипидов между внутренним и наружным листком мембраны) и инактивируют Mg-АТФ-азу, отвечающую за неравномерное распределение липидов в мембране эритроцита [23]. Известно, что снижение уровня Mg характерно для недоношенных новорождённых и развивается преимущественно вследствие гестационного дефицита Mg у матери. Это приводит к преждевременным родам и низкой массе тела новорождённого [24]. Следовательно, причиной выраженного снижения активности Mg-АТФ-азы у детей с НЭК не может являться только гипомagneмия, так как она характерна для всех недоношенных детей периода новорожденности.

Ca-АТФ-аза плазматической мембраны (plasma membrane calcium-transporting adenosine triphosphatase, PMCA; КФ 7.2.2.10) удаляет Ca за пределы клетки, и поддерживает внутриклеточный гомеостаз Ca. В эритроцитах кальциевый насос состоит только из двух изоформ — PMCA 1 и PMCA 4 [24]. Он отвечает исключительно за поддержание гомеостаза Ca. Кроме того, это единственный ионный насос, непосредственно стимулируемый кальмодулином. Повышенная активность Ca-АТФ-азы, наблюдаемая у детей с НЭК, может быть связана с повышением в эритроците свободного Ca, что наблюдалось ранее при механическом воздействии на клетку и повышенном уровне провоспалительных цитокинов [25]. Временное высвобождение Ca из внутриклеточных депо может способствовать дезоксигенации, усиливающей диссоциацию O₂ из гемоглобина [23], при этом постоянная активация PMCA приводит к быстрому истощению пула АТФ в клетке.

В целом, полученные результаты свидетельствуют о гипоксическом гипоэнергетическом состоянии, сопровождающимся повышением концентрации внутриклеточного Ca у недоношенных новорождённых с хирургическими стадиями НЭК.

Ограничения исследования

Исходя только из данных проведённого исследования, невозможно сделать однозначные выводы о том, является ли изменение активности АТФ-аз эритроцитов маркером текущего тяжёлого состояния детей с НЭК или выступает

одним из неблагоприятных условий, на фоне которых с большой вероятностью могут развиваться хирургические стадии заболевания. Для ответа на этот вопрос требуются дальнейшие проспективные динамические исследования этих биохимических маркеров у недоношенных новорождённых с момента рождения и до развития патологического процесса. Новые исследования позволяют определить возможности прогнозирования риска развития хирургического НЭК и исхода заболевания.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В проведённом исследовании продемонстрированы статистически значимые изменения активности ферментов MAO-B (тромбоциты, кишечник) и АТФ-аз (эритроциты) у пациентов с НЭК II–III стадии. Показано, что активность MAO тромбоцитов отражает уровень активности этого же фермента в структурах тонкой и толстой кишки у детей с НЭК и может служить принципиально новым прогностическим маркером, отражающим незрелость организма на системном (головной мозг, почки, лёгкие, кишечник, тромбоциты) и локальном уровне (кишечник). Полученные данные перспективны с точки зрения разработки новых методов диагностики/прогноза НЭК новорождённых.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Источник финансирования. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-25-10079, <https://rscf.ru/project/23-25-10079>

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии явных и потенциальных конфликтов интересов.

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE. П.К. Винель — сбор и обработка данных, лабораторный этап исследования, сбор и анализ литературных источников, написание текста и редактирование статьи; В.В. Царева — хирургическое лечение пациентов, обзор литературы, сбор и анализ литературных источников,

подготовка и написание текста статьи; П.Г. Бабоско — хирургическое лечение пациентов, написание и редактирование статьи; А.И. Синицкий — обработка данных, лабораторный этап исследования, сбор и анализ литературы, подготовка и написание статьи; А.С. Кожевников — курация, хирургическое лечение пациентов, подготовка и написание статьи; А.В. Грунин — курация, хирургическое лечение пациентов, подготовка и написание статьи. Все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.

Этическая экспертиза. Протокол исследования был одобрен локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный медицинский университет» Минздрава России (№ 8 от 15.09.2021).

ADDITIONAL INFORMATION

Funding source. The study was supported by the Russian Science Foundation grant N 23-25-10079, <https://rscf.ru/project/23-25-10079>.

Competing interests. The authors claim that there is no conflict of interest in the article.

Authors' contribution. All authors confirm compliance of their authorship with the international ICMJE criteria. P.K. Vinel — data collection and processing, laboratory stage of research, collection and analysis of literary sources, writing the text and editing the article; V.V. Tsareva — surgical treatment of patients, literature review, collection and analysis of literary sources, preparation and writing of the article; P.G. Baboshko — surgical treatment of patients, writing the text and editing the article; A.I. Sinitsky — data processing, laboratory stage of research, collection and analysis of literature, preparation and writing of the article; A.S. Kozhevnikov — supervision, surgical treatment of patients, preparation and writing of the article; A.V. Grunin — supervision, surgical treatment of patients, preparation and writing of the article. All authors made a significant contribution to the development of the concept, conduct of the study and preparation of the article, read and approved the final version before publication.

Ethics approval. The present study protocol was approved by the local Ethics Committee of the South-Ural State Medical University (N 8 by 15.09.2021).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Tan X., Zhou Y., Xu L., et al. The predictors of necrotizing enterocolitis in newborns with low birth weight: A retrospective analysis // *Medicine*. 2022. Vol. 101, N 7. P. e28789. doi: 10.1097/MD.00000000000028789
2. Vinel P.K., Tsareva V.V., Sinitskiy A.I., et al. Biomarkers of necrotizing enterocolitis through the prism of etiopathogenesis // *Медицинский вестник Северного Кавказа*. 2023. Т. 18, № 2. С. 211–218. EDN: HEHMIA doi: 10.14300/mnnc.2023.18051
3. Gershon M.D., Sherman D.L., Pinter J.E. Type-specific localization of monoamine oxidase in the enteric nervous system: Relationship to 5-hydroxytryptamine, neuropeptides, and sympathetic nerves // *J Comp Neurol*. 1990. Vol. 301, N 2. P. 191–213. doi: 10.1002/cne.903010205
4. Nicotra A., Pierucci F., Parvez H., Senatori O. Monoamine oxidase expression during development and aging // *Neurotoxicology*. 2004. Vol. 25, N 1–2. P. 155–165. EDN: LNMWSN doi: 10.1016/S0161-813X(03)00095-0
5. Lewinsohn R., Glover V., Sandler M. Development of benzylamine oxidase and monoamine oxidase A and B in man // *Biochem Pharmacol*. 1980. Vol. 29, N 9. P. 1221–1230. doi: 10.1016/0006-2952(80)90278-6
6. Ramsay R.R., Albrecht A. Kinetics, mechanism, and inhibition of monoamine oxidase // *J Neural Transm (Vienna)*. 2018. Vol. 125, N 11. P. 1659–1683. EDN: YPBWYP doi: 10.1007/s00702-018-1861-9
7. Bond P.A., Cundall R.L. Properties of monoamine oxidase (MAO) in human blood platelets, plasma, lymphocytes and granulocytes // *Clinica Chimica Acta*. 1977. Vol. 80, N 2. P. 317–326. doi: 10.1016/0009-8981(77)90039-0
8. Shulhan J., Dicken B., Hartling L., Larsen B.M. Current knowledge of necrotizing enterocolitis in preterm infants and the impact of

different types of enteral nutrition products // *Adv Nutr.* 2017. Vol. 8, N 1. P. 80–91. doi: 10.3945/an.116.013193

9. Vinel P.K., Grobovoy S.I., Sinitskii A.I., Kolesnikov O.L. Modification of a spectrophotometric method for assessment of monoamine oxidase activity with 2,4-dinitrophenylhydrazine as a derivatizing reagent // *Anal Biochem.* 2021. N 629. P. 114294. doi: 10.1016/j.ab.2021.114294

10. Bartolommei G., Moncelli M.R., Tadini-Buoninsegni F. A method to measure hydrolytic activity of adenosine triphosphatases (ATPases) // *PLoS One.* 2013. Vol. 8, N 3. P. e58615. doi: 10.1371/journal.pone.0058615

11. Roth J.A., Young J.G., Cohen D.J. Platelet monoamine oxidase activity in children and adolescents // *Life Sci.* 1976. Vol. 18, N 9. P. 919–924. doi: 10.1016/0024-3205(76)90409-4

12. Cawthon R.M., Pintar J.E., Haseltine F.P., Breakefield X.O. Differences in the structure of A and B forms of human monoamine oxidase // *J Neurochem.* 1981. Vol. 37, N 2. P. 363–372. doi: 10.1111/j.1471-4159.1981.tb00464.x

13. Sostek A.J., Sostek A.M., Murphy D.L., et al. Cord blood amine oxidase activities relate to arousal and motor functioning in human newborns // *Life Sci.* 1981. Vol. 28, N 22. P. 2561–2568. doi: 10.1016/0024-3205(81)90599-3

14. Jones J.B., Southgate J. Platelet monoamine oxidase activity in the human fetus // *Dev Med Child Neurol.* 1976. Vol. 18, N 5. P. 640–642. doi: 10.1111/j.1469-8749.1976.tb04209.x

15. Lewinsohn R., Sandler M. Monoamine-oxidizing enzymes in human pregnancy // *Clin Chim Acta.* 1982. Vol. 120, N 3. P. 301–312. doi: 10.1016/0009-8981(82)90371-0

16. Oreland L., Shaskan E.G. Monoamine oxidase activity as a biological marker // *Trends Pharmacol Sci.* 1983. N 4. P. 339–341. doi: 10.1016/0165-6147(83)90432-7

17. Stillwell W. An introduction to biological membranes: Composition, structure and function. 2 rev. Elsevier Science, 2016. 564 p.

18. Bistrizter T., Berkovitch M., Rappoport M.J., et al. Sodium potassium adenosine triphosphatase activity in preterm and term infants and its possible role in sodium homeostasis during maturation // *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed.* 1999. Vol. 81, N 3. P. F184–F187. doi: 10.1136/fn.81.3.f184

19. Tian J., Xie Z.J. The Na-K-ATPase and calcium-signaling microdomains // *Physiology (Bethesda).* 2008. Vol. 23, N 4. P. 205–211. doi: 10.1152/physiol.00008.2008

20. Auland M.E., Morris M.B., Roufogalis B.D. Separation and characterization of two Mg(2+)-ATPase activities from the human erythrocyte membrane // *Arch Biochem Biophys.* 1994. Vol. 312, N 1. P. 272–277. doi: 10.1006/abbi.1994.1309

21. Beleznay Z., Zachowski A., Devaux P.F., Ott P. Characterization of the correlation between ATP-dependent aminophospholipid translocation and Mg2+-ATPase activity in red blood cell membranes // *Eur J Biochem.* 1997. Vol. 243, N 1-2. P. 58–65. EDN: FOZGWR doi: 10.1111/j.1432-1033.1997.58_1a.x

22. Nozadze E., Arutinova N., Tsakadze L., et al. Molecular mechanism of Mg-ATPase activity // *J Membr Biol.* 2015. Vol. 248, N 2. P. 295–300. EDN: HVUIII doi: 10.1007/s00232-014-9769-2

23. Bogdanova A., Makhro A., Wang J., et al. Calcium in red blood cells a perilous balance // *Int J Mol Sci.* 2013. Vol. 14, N 5. P. 9848–9872. EDN: RJSVQN doi: 10.3390/ijms14059848

24. Zylinska L., Gulczynska E., Kozaczuk A. Changes in erythrocyte glutathione and plasma membrane calcium pump in preterm newborns treated antenatally with MgSO4 // *Neonatology.* 2008. Vol. 94, N 4. P. 272–278. doi: 10.1159/000151646

25. Ogbodo U.C., Emeh J.K., Neboh E.E., et al. Estimation of intracellular magnesium concentrations and membrane atpase activities in the red blood cells of normal and sickle cell subjects in Enugu, Southeast Nigeria // *Int J Biol Med Res.* 2010. Vol. 1, N 4. P. 149–152.

REFERENCES

1. Tan X, Zhou Y, Xu L, et al. The predictors of necrotizing enterocolitis in newborns with low birth weight: A retrospective analysis. *Medicine.* 2022;101(7):e28789. doi: 10.1097/MD.00000000000028789
2. Vinel PK, Tsareva VV, Sinitskiy AI, et al. Biomarkers of necrotizing enterocolitis through the prism of etiopathogenesis. *Medical news of North Caucasus.* 2023;18(2):211–218. EDN: HEHMAI doi: 10.14300/mnnc.2023.18051
3. Gershon MD, Sherman DL, Pintar JE. Type-specific localization of monoamine oxidase in the enteric nervous system: Relationship to 5-hydroxytryptamine, neuropeptides, and sympathetic nerves. *J Comp Neurol.* 1990;301(2):191–213. doi: 10.1002/cne.903010205
4. Nicotra A, Pierucci F, Parvez H, Senatori O. Monoamine oxidase expression during development and aging. *Neurotoxicology.* 2004;25(1-2):155–165. EDN: LNMWSN doi: 10.1016/S0161-813X(03)00095-0
5. Lewinsohn R, Glover V, Sandler M. Development of benzylamine oxidase and monoamine oxidase A and B in man. *Biochem Pharmacol.* 1980;29(9):1221–1230. doi: 10.1016/0006-2952(80)90278-6
6. Ramsay RR, Albrecht A. Kinetics, mechanism, and inhibition of monoamine oxidase. *J Neural Transm (Vienna).* 2018;125(11):1659–1683. EDN: YPBWYP doi: 10.1007/s00702-018-1861-9
7. Bond PA, Cundall RL. Properties of monoamine oxidase (MAO) in human blood platelets, plasma, lymphocytes and granulocytes. *Clinica Chimica Acta.* 1977;80(2):317–326. doi: 10.1016/0009-8981(77)90039-0
8. Shulhan J, Dicken B, Hartling L, Larsen BM. Current knowledge of necrotizing enterocolitis in preterm infants and the impact of different types of enteral nutrition products. *Adv Nutr.* 2017;8(1):80–91. doi: 10.3945/an.116.013193
9. Vinel PK, Grobovoy SI, Sinitskii AI, Kolesnikov OL. Modification of a spectrophotometric method for assessment of monoamine oxidase activity with 2,4-dinitrophenylhydrazine as a derivatizing reagent. *Anal Biochem.* 2021;(629):114294. doi: 10.1016/j.ab.2021.114294
10. Bartolommei G, Moncelli MR, Tadini-Buoninsegni F. A method to measure hydrolytic activity of adenosine triphosphatases (ATPases). *PLoS One.* 2013;8(3):e58615. doi: 10.1371/journal.pone.0058615
11. Roth JA, Young JG, Cohen DJ. Platelet monoamine oxidase activity in children and adolescents. *Life Sci.* 1976;18(9):919–924. doi: 10.1016/0024-3205(76)90409-4
12. Cawthon RM, Pintar JE, Haseltine FP, Breakefield XO. Differences in the structure of A and B forms of human monoamine oxidase. *J Neurochem.* 1981;37(2):363–372. doi: 10.1111/j.1471-4159.1981.tb00464.x
13. Sostek AJ, Sostek AM, Murphy DL, et al. Cord blood amine oxidase activities relate to arousal and motor functioning in human newborns. *Life Sci.* 1981;28(22):2561–2568. doi: 10.1016/0024-3205(81)90599-3
14. Jones JB, Southgate J. Platelet monoamine oxidase activity in the human fetus. *Dev Med Child Neurol.* 1976;18(5):640–642. doi: 10.1111/j.1469-8749.1976.tb04209.x

15. Lewinsohn R, Sandler M. Monoamine-oxidizing enzymes in human pregnancy. *Clin Chim Acta*. 1982;120(3):301–312. doi: 10.1016/0009-8981(82)90371-0
16. Oreland L, Shaskan EG. Monoamine oxidase activity as a biological marker. *Trends Pharmacol Sci*. 1983;(4):339–341. doi: 10.1016/0165-6147(83)90432-7
17. Stillwell W. *An introduction to biological membranes: Composition, structure and function*. 2 rev ed. Elsevier Science; 2016. 564 p.
18. Bistrizer T, Berkovitch M, Rappoport MJ, et al. Sodium potassium adenosine triphosphatase activity in preterm and term infants and its possible role in sodium homeostasis during maturation. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*. 1999;81(3):F184–F187. doi: 10.1136/fn.81.3.f184
19. Tian J, Xie ZJ. The Na-K-ATPase and calcium-signaling microdomains. *Physiology (Bethesda)*. 2008;23(4):205–211. doi: 10.1152/physiol.00008.2008
20. Auland ME, Morris MB, Roufogalis BD. Separation and characterization of two Mg²⁺-ATPase activities from the human erythrocyte membrane. *Arch Biochem Biophys*. 1994;312(1):272–277. doi: 10.1006/abbi.1994.1309
21. Beleznay Z, Zachowski A, Devaux PF, Ott P. Characterization of the correlation between ATP-dependent aminophospholipid translocation and Mg(2+)-ATPase activity in red blood cell membranes. *Eur J Biochem*. 1997;243(1-2):58–65. EDN: FOZGWR doi: 10.1111/j.1432-1033.1997.58_1a.x
22. Nozadze E, Arutinova N, Tsakadze L, et al. Molecular mechanism of Mg-ATPase activity. *J Membr Biol*. 2015;248(2):295–300. EDN: HVUIII doi: 10.1007/s00232-014-9769-2
23. Bogdanova A, Makhro A, Wang J, et al. Calcium in red blood cells a perilous balance. *Int J Mol Sci*. 2013;14(5):9848–9872. EDN: RJSVQN doi: 10.3390/ijms14059848
24. Zylinska L, Gulczynska E, Kozaczuk A. Changes in erythrocyte glutathione and plasma membrane calcium pump in preterm newborns treated antenatally with MgSO₄. *Neonatology*. 2008;94(4):272–278. doi: 10.1159/000151646
25. Ogbodo UC, Emeh JK, Neboh EE, et al. Estimation of intracellular magnesium concentrations and membrane atpase activities in the red blood cells of normal and sickle cell subjects in Enugu, Southeast Nigeria. *Int J Biol Med Res*. 2010;1(4):149–152.

ОБ АВТОРАХ

*** Винель Полина Константиновна;**

адрес: Россия, 454092, Челябинск, ул. Воровского, д. 64;

ORCID: 0000-0002-3745-3690;

eLibrary SPIN: 6298-8131;

e-mail: vinelpolina@icloud.com

Царева Валентина Викторовна, канд. мед. наук;

ORCID: 0000-0002-6695-7388;

eLibrary SPIN: 7966-9068;

e-mail: semenovatsareva@mail.ru

Бабошко Павел Григорьевич;

ORCID: 0009-0009-2627-0459;

e-mail: 9043060081@mail.ru

Синицкий Антон Иванович, д-р мед. наук, доцент;

ORCID: 0000-0001-5687-3976;

eLibrary SPIN: 3681-1816;

e-mail: sinitskiyai@yandex.ru

Кожевников Артем Сергеевич;

ORCID: 0009-0008-5400-3043;

eLibrary SPIN: 9614-1388;

e-mail: vk_523@mail.ru

Грунин Александр Васильевич;

ORCID: 0009-0007-9327-7779;

e-mail: sasha_grunin@mail.ru

AUTHORS' INFO

*** Polina K. Vinel, MD;**

address: 64 Vorovskogo street, 454092 Chelyabinsk, Russia;

ORCID: 0000-0002-3745-3690;

eLibrary SPIN: 6298-8131;

e-mail: vinelpolina@icloud.com

Valentina V. Tsareva, MD, Cand. Sci. (Medicine);

ORCID: 0000-0002-6695-7388;

eLibrary SPIN: 7966-9068;

e-mail: semenovatsareva@mail.ru

Pavel G. Baboshko;

ORCID: 0009-0009-2627-0459;

e-mail: 9043060081@mail.ru

Anton I. Sinitskii, MD, Dr. Sci. (Medicine), Associate Professor;

ORCID: 0000-0001-5687-3976;

eLibrary SPIN: 3681-1816;

e-mail: sinitskiyai@yandex.ru

Artem S. Kozhevnikov, MD;

ORCID: 0009-0008-5400-3043;

eLibrary SPIN: 9614-1388;

e-mail: vk_523@mail.ru

Alexandr V. Grunin, MD;

ORCID: 0009-0007-9327-7779;

e-mail: sasha_grunin@mail.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/ps707>

Эффективность видеоторакоскопической санации плевральной полости в сочетании с местной протеолитической терапией у детей с острой эмпиемой плевры

Н.К. Барова^{1, 2}, И.Х. Егиев^{1, 2}, А.Н. Григорова¹, И.А. Убилава², А.Е. Стрюковский¹, В.М. Надгериев¹, В.М. Старченко¹

¹ Кубанский государственный медицинский университет, Краснодар, Россия;

² Детская Краевая Клиническая больница, Краснодар, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Учитывая положительный опыт местного применения протеолитических ферментов в лечении гнойно-воспалительных процессов различной локализации, считаем актуальной темой исследования оценку эффективности применения протеолитических ферментов в комплексе с видеоторакоскопической санацией и ультразвуковой кавитацией лёгких и плевральной полости у детей с острой эмпиемой плевры.

Цель. Определение эффективности комплексного лечения острой эмпиемы плевры у детей.

Методы. В период с 2020 по 2022 гг. под нашим наблюдением находились 26 детей в возрасте 1–17 лет: 15 (57,7%) мальчиков и 11 (42,3%) девочек. Всем детям проведено оперативное вмешательство: видеоторакоскопическая санация плевральной полости, ультразвуковая кавитация лёгких и плевральной полости. Пациенты были разделены на 2 группы: основная группа — 12 (46,2%) детей, которым интраоперационно и в послеоперационном периоде в плевральную полость вводили протеолитические ферменты; контрольная группа — 14 (53,8%) детей, для лечения которых не использовали протеолитические ферменты. Оперативное пособие проводилось согласно разработанной методике (Способ лечения острой эмпиемы плевры у детей, Патент RU2770663).

Результаты. Анализ полученных результатов по выделенным нами критериям показал эффективность применения протеолитических ферментов периоперационно, что нашло отражение и в данных рентгенологической картины: регресс фибриноторака в основной группе происходил раньше, чем в контрольной группе — на $(2 \pm 0,4)$ день.

Заключение. Таким образом, мы считаем, что применение протеолитических ферментов интраоперационно и в раннем послеоперационном периоде в комбинации с видеоторакоскопической санацией и ультразвуковой кавитацией лёгких и плевральной полости является перспективным и эффективным методом лечения острой эмпиемы плевры и может быть рекомендовано для внедрения в клиническую практику.

Ключевые слова: острая эмпиема плевры; видеоторакоскопия; ультразвуковая кавитация; протеолитические ферменты.

Как цитировать:

Барова Н.К., Егиев И.Х., Григорова А.Н., Убилава И.А., Стрюковский А.Е., Надгериев В.М., Старченко В.М. Эффективность видеоторакоскопической санации плевральной полости в сочетании с местной протеолитической терапией у детей с острой эмпиемой плевры // Детская хирургия. 2024. Т. 28. № 2. С. 133–142. DOI: <https://doi.org/10.17816/ps707>

DOI: <https://doi.org/10.17816/ps707>

The effectiveness of video-assisted thoracoscopic sanitation of the pleural cavity in combination with local proteolytic therapy in children with acute pleural empyema

Natusya K. Barova^{1,2}, Ivan Kh. Egiev^{1,2}, Alina N. Grigorova¹, Irma A. Ubilava², Andrey E. Stryukovskiy¹, Valery M. Nadgeriev¹, Valery M. Starchenko¹

¹ Kuban State Medical University, Krasnodar, Russia;

² Children's Regional Clinical Hospital, Krasnodar, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: A positive experience of the local application of proteolytic enzymes for treating purulent-inflammatory processes of various localizations has motivated the researchers to study this challenging topic and to assess the effectiveness of proteolytic enzymes in combination with video thoracoscopic sanitation and ultrasonic cavitation of the lungs and pleural cavity in children with acute pleural empyema.

AIM: To assess the effectiveness of complex treatment of acute pleural empyema in children.

METHODS: In 2020–2022, 26 children, aged 1–17 (15 boys, 57.7% and 11 girls, 42.3%), were under observation. All children were operated on for video thoracoscopic sanitation of the pleural cavity and ultrasonic cavitation of the lungs and pleural cavity. Patients were divided into two groups: main group — 12 (46.2%) children who were injected proteolytic enzymes into their pleural cavity intraoperatively and at the postoperative period; control group — 14 (53.8%) children who had no any proteolytic enzyme injections. The developed technique (Method for the treatment of acute pleural empyema in children, Patent RU2770663) was used at the surgical intervention.

RESULTS: The results obtained by the identified criteria have shown that proteolytic enzymes applied perioperatively is an effective technique what was confirmed by X-ray findings: fibrinothorax regression in the main group occurred earlier than in the control group by (2±0.4) days.

CONCLUSION: Thus, we consider that proteolytic enzymes used intraoperatively and at the early postoperative period in combination with video thoracoscopic sanitation and ultrasound cavitation of the lungs and pleural cavity is a promising and effective method for treating acute pleural empyema and can be recommended for implementation into clinical practice.

Keywords: acute pleural empyema; videothoracoscopy; ultrasonic cavitation; proteolytic enzymes.

To cite this article:

Barova NK, Egiev IKh, Grigorova AN, Ubilava IA, Stryukovskiy AE, Nadgeriev VM, Starchenk VM. The effectiveness of video-assisted thoracoscopic sanitation of the pleural cavity in combination with local proteolytic therapy in children with acute pleural empyema. *Russian Journal of Pediatric Surgery*. 2024;28(2):133–142. DOI: <https://doi.org/10.17816/ps707>

ОБОСНОВАНИЕ

В настоящее время наиболее тяжёлым гнойно-септическим заболеванием органов грудной клетки у детей остаётся острая эмпиема плевры (ОЭП) [1, 2, 3]. Заболевание характеризуется воспалением листков плевры с накоплением инфицированного выпота в плевральной полости из-за тяжёлого гнойно-воспалительного процесса в лёгочной ткани [4, 5]. Основными проявлениями данной нозологии являются выраженный интоксикационный синдромом и дыхательная недостаточность. Сохраняющаяся летальность 2–13% от грозного осложнения — респираторного сепсиса — характеризует ОЭП как одну из самых серьёзных проблем в педиатрии и детской хирургии [6, 7]. Выбор тактики лечения детей с ОЭП до сих пор остаётся трудной задачей, поскольку изменилась структура этиологических причин, создались предпосылки к пересмотру лечебной тактики, появились новые возможности в лечении данной патологии с применением современных технологий, а именно видеоторакоскопии (ВТС) плевральной полости и лёгких [8, 9, 10]. Эффективность и малая травматичность ВТС в достижении санации плевральной полости не вызывает сомнений [11, 12, 13], но в зависимости от стадии плеврита механическое разделение шварт и удаление фибриновых плёнок с костальной и висцеральной плевры остаётся процессом травматичным и не всегда радикальным [14, 15].

За последние годы несколько авторов представили результаты клинических исследований применения комбинаций ВТС с ультразвуком низкой частоты (УЗНЧ) или гидрохирургическим скальпелем [16], направленных на повышение эффективности санации [17, 18].

Однако ни один из этих методов не предотвращает формирование фибриноторакса, лежащего в основе образования внутриплевральных осумкований и спаек, констрикции лёгочной ткани в послеоперационном периоде. Учитывая положительный опыт местного применения протеолитических ферментов (ПФ) в лечении гнойно-воспалительных процессов различной локализации, считаем актуальной тему применения комбинации ПФ, ВТС и ультразвуковой кавитации (УЗК) лёгких и плевры в лечении ОЭП.

ЦЕЛЬ

Цель исследования — определение эффективности периоперационного применения ПФ в комбинации с ВТС и УЗК лёгких и плевры в комплексном лечении детей с ОЭП.

МЕТОДЫ

Дизайн исследования

Проведено обсервационное неконтролируемое рандомизированное одноцентровое исследование с выборочным набором пациентов в исследуемые группы.

Критерии соответствия

Критерии включения: клинические проявления заболеваний дыхательной системы; диагноз «пневмония», подтверждённый данными лабораторных и инструментальных методов диагностики; согласие законного представителя пациента на медицинское вмешательство, участие в исследовании и использование медицинских данных в научных целях.

Критерии исключения: специфическая этиология эмпиемы плевры, стадия организация эмпиемы плевры.

Условия проведения

В период с ноября 2020 г. по декабрь 2022 г. на базе хирургического отделения № 1 ГБУЗ «Детской краевой клинической больницы» Министерства здравоохранения Краснодарского края (ДККБ) под нашим наблюдением находились 26 детей: 11 (42,3%) — в возрасте 1–3 г, 9 (34,6%) — 4–7 лет, 6 (23,1%) — 8–17 лет. Мальчиков было 15 (57,7%), девочек — 11 (42,3%). У всех больных имели место острое начало заболевания, фебрильная или субфебрильная температура тела, клинические признаки острой пневмонии и ОЭП (диагнозы подтверждены лучевыми методами исследований). Острая респираторная вирусная инфекция в дебюте заболевания и амбулаторное лечение по поводу неё зафиксированы у 23 (88,5%) пациентов; 2 (7,7%) пациента не обращались за медицинской помощью; об 1 (3,8%) пациенте сведений нет. После ухудшения состояния 25 (96,2%) пациентов были направлены на госпитализацию в инфекционные отделения г. Краснодара и центральные районные больницы края. Первичное обращение в ДККБ имело место в 1 (3,8%) случае — пациент доставлен бригадой скорой медицинской помощи с подозрением на острый аппендицит.

Описание медицинского вмешательства

Всех пациентов консультировали детские хирурги — по результатам клинико-рентгенологической картины решено перевести пациентов в специализированное детское хирургическое отделение. Для устранения синдрома внутригрудного напряжения 6 (23,1%) пациентам перед транспортировкой выполнено дренирование плевральной полости, 7 (26,9%) пациентам дренирование выполнено после перевода в ДККБ.

Сроки от начала заболевания до перевода в хирургическое отделение: 12 (46,2%) детей — до 10 сут, 6 (23,1%) детей — 11–30 сут, 8 (30,7%) детей — свыше 30 сут. Для верификации диагноза использовали полипозиционную рентгенографию и компьютерную томографию органов грудной клетки, ультразвуковое исследование органов грудной клетки с оценкой выпота в плевральных синусах. Лечебно-диагностические фибробронхоскопии выполнены всем пациентам для уточнения наличия и степени эндобронхита, санации бронхиального дерева и забора материала для бактериологического исследования. Тяжесть

состояния 3 (11,5%) пациентов потребовала госпитализации в реанимационное отделение. Всем пациентам по результатам обследования установлена эмпиема плевры.

Всем детям проведено оперативное вмешательство: ВТС плевральной полости в сочетании с УЗК лёгких и плевральной полости. В основную группу включены 12 (46,2%) детей, которым вмешательство выполняли с применением протеолитических ферментов интраоперационно и в послеоперационном периоде. В контрольную группу включены 14 (53,8%) детей, для лечения которых не использовали протеолитические ферменты.

Оперативное вмешательство в обеих группах заключалось в обеспечении доступа в плевральную полость: сначала устанавливали оптический торакопорт в 5 межреберье по лопаточной линии, затем под визуальным контролем устанавливали 2 рабочих торакопорта — в 6–7 межреберье по передней подмышечной линии и в 7 межреберье по задней подмышечной или лопаточной линии. При наличии дренажного канала оптический торакопорт устанавливали вместо дренажа — 6 (23,1%) больных. Затем проводили ревизию плевральной полости с механическим разделением плевральных спаек и шварт (рис. 1). После эвакуации гноя и основной массы фибрина проводили УЗК плевральной полости и лёгкого, последовательно используя все имеющиеся доступы. Фибриновые массы по завершении этапа кавитации эвакуировали электроотсосом. Кавитацию проводили ультразвуковым аппаратом «SONOCA-190» (Soring, Германия) с частотой 25 кГц. Продолжительность и интенсивность режима воздействия определялись стадией плеврита, физическими характеристиками фибриновых плёнок, выраженностью деструктивных изменений в лёгочной ткани и возрастом пациента. В среднем время экспозиции УЗНЧ составляла 5–7 мин в режиме 40–60%. Заканчивали операцию установкой двух дренажей из нижних точек диафрагмальных синусов через рабочие доступы по направлению к верхней апертуре грудной клетки для оптимальной эвакуации

плеврального выпота. Случаи внутрилёгочных абсцессотомий завершали постановкой дополнительного спирально-го дренажа в полость абсцесса.

Пациентам основной группы после кавитации УЗНЧ последовательно вводили аспиратор-ирригатор через рабочие торакопорты и орошали плевральную полость и лёгкие раствором препарата «Химопсин» (ООО «Самсон-Мед», Россия) — 0,01 мг лиофилизата в 0,2–0,5 л. изотонического раствора натрия хлорида; экспозиция 10 мин (Способ лечения ОЗП у детей, Патент RU2770663). Затем аспирировали раствор и отделившиеся фибриновые массы, под визуальным контролем промывали плевральную полость изотоническим раствором натрия хлорида (рис. 2). Контрольную рентгенограмму грудной клетки проводили в 1-е сут после операции. На 2-е сут после операции через плевральные дренажи орошали плевральную полость 0,1–0,2 л. раствора препарата «Проурокиназа» (ООО НПП «Техноген», Россия) в концентрации 5000 МЕ при температуре 36,6°C; экспозиция раствора 180 мин. Затем аспирировали содержимое плевральной полости шприцем и промывали плевральную полость 1,0 л изотонического раствора натрия хлорида. У всех детей использовалась активная аспирация.

По результатам бактериологического исследования плеврального выпота, у 1 (3,8%) больного обнаружен *Pseudomonas aeruginosa*, у 2 (7,0%) — метициллин-резистентный *Staphylococcus epidermidis*, у 1 (3,8%) — анаэробные грамположительные кокки. У 1 (3,8%) пациента в результате посева отделяемого из дренажа выявлен умеренный рост *Acinetobacter baumannii*, а в лаважной жидкости — сплошной рост *Pseudomonas aeruginosa*. У 21 (80,7%) пациента посев не дал роста.

Пациенты обеих групп получали одинаковое комплексное интенсивное лечение: антибактериальную, дезинтоксикационную, противогрибковую, бронхомуколитическую, антикоагулянтную, симптоматическую терапию, физиотерапевтические методы и кинезотерапию.

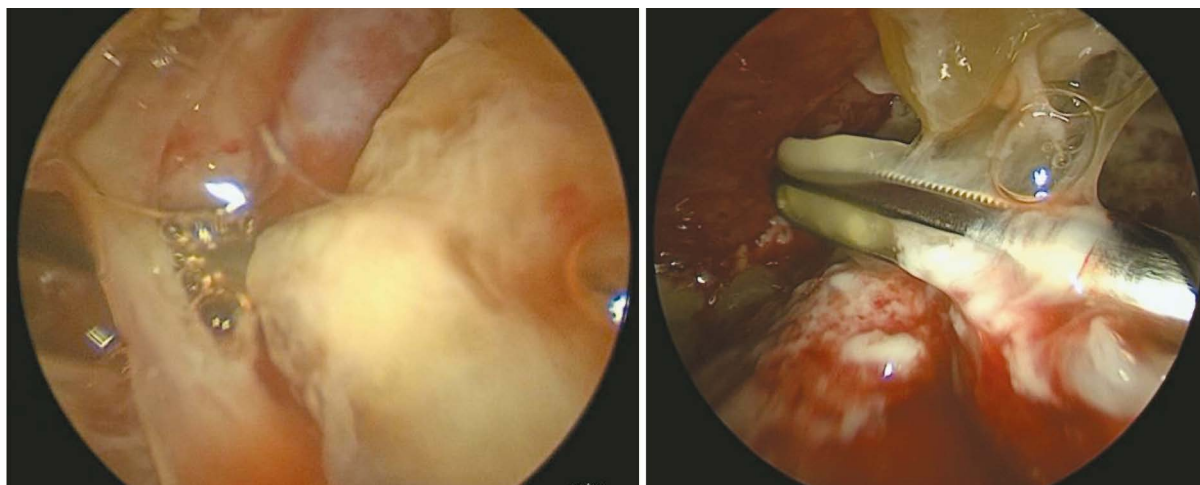


Рис. 1. Интраоперационная картина ревизии плевральной полости с последующим механическим разделением плевральных спаек и шварт.

Fig. 1. Intraoperative picture of pleural cavity revision with subsequent mechanical separation of pleural adhesions and moorings.

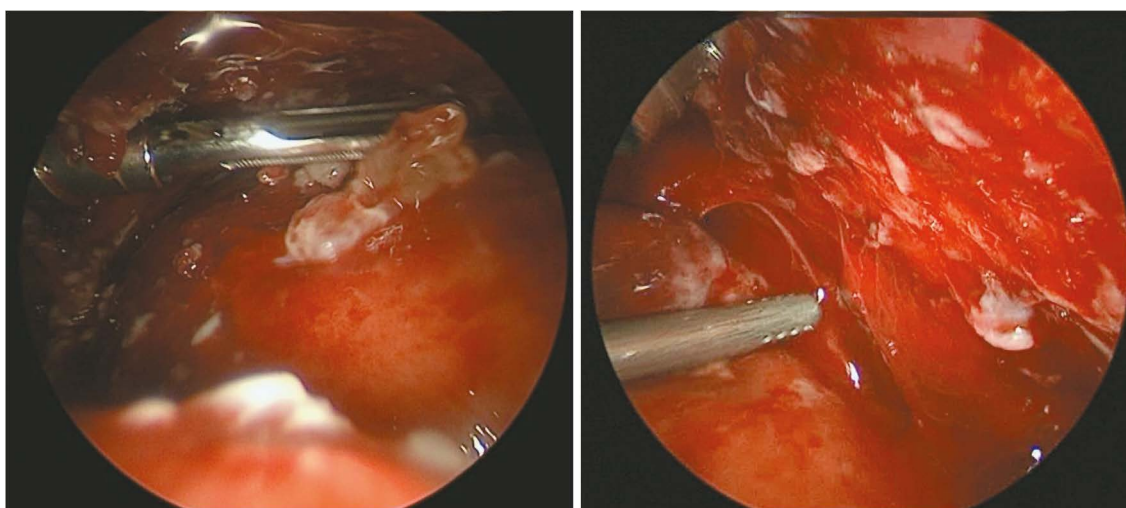


Рис. 2. Интраоперационная картина эффективности применения препарата «Химопсин».

Fig. 2. Intraoperative picture demonstrating Khymopsin effectiveness.

Статистический анализ

Статистическая обработка результатов исследований проведена с помощью программ Microsoft Excel 2010 и Statistica 10.0.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Для сравнительного анализа эффективности изучаемого метода мы использовали наиболее демонстративные критерии: сроки купирования болевого синдрома (рис. 3), сроки купирования интоксикационного синдрома (рис. 4), сроки купирования плеврального выпота (рис. 5), сроки купирования дыхательной недостаточности (рис. 6), динамику расправления лёгочной ткани (рис. 7), длительность антибиотикотерапии (рис. 8), длительность стационарного лечения.

Анализ показал, что полученные результаты по первым 5 критериям (см. рис. 3–7) свидетельствуют об эффективности комбинации ПФ, ВТС и УЗК лёгких и плевральной полости.

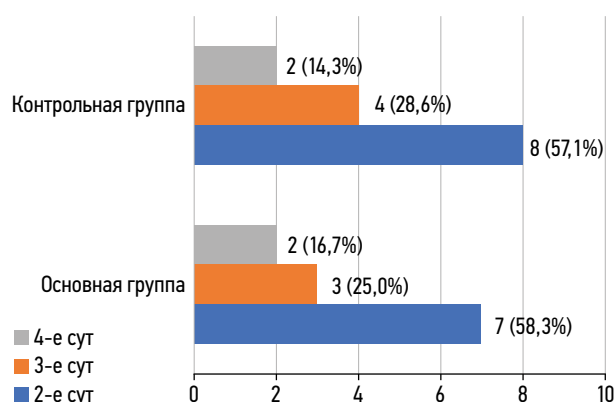


Рис. 3. Сроки купирования болевого синдрома: данные представлены абсолютным и относительным (в скобках) числом пациентов.

Fig. 3. Terms of pain relief: data are presented as absolute and relative (in parentheses) numbers of patients.

При отсутствии выраженного диапазона в корреляции числовых показателей по перечисленным критериям, подтверждением результативности метода являются сокращение длительности антибактериальной терапии (см. рис. 8) и сроков пребывания в стационаре: ($19,6 \pm 1,1$) в основной и ($22,6 \pm 1,4$) в контрольной группе.

Сроки бактериологической санации у пациентов в основной и контрольной группе произошли в равный промежуток времени.

Наиболее демонстративным признаком эффективности применения ПФ послужила динамика рентгенологической картины. Если по критерию реэкспансии лёгкого в 1-е сут после операции значимого различия между пациентами двух групп не выявлено, то рентгенологические признаки регресса фибриноторака в основной группе констатировались раньше: на ($2 \pm 0,4$) день лечения (рис. 9, 10) и на 3–12 мес. после лечения.

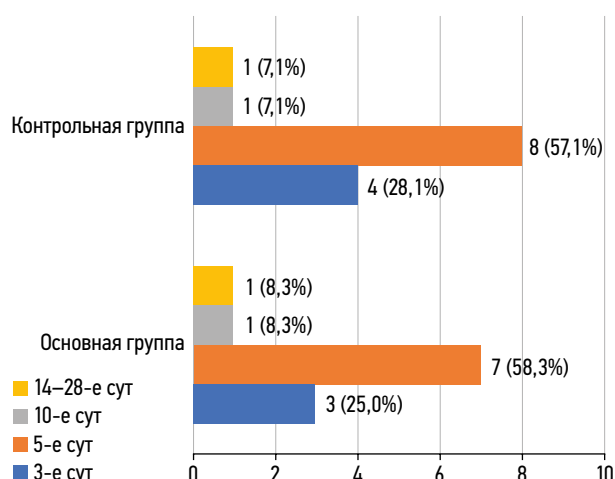


Рис. 4. Сроки купирования гипертермии: данные представлены абсолютным и относительным (в скобках) числом пациентов.

Fig. 4. Terms of hyperthermia control: data are presented as absolute and relative (in parentheses) numbers of patients.

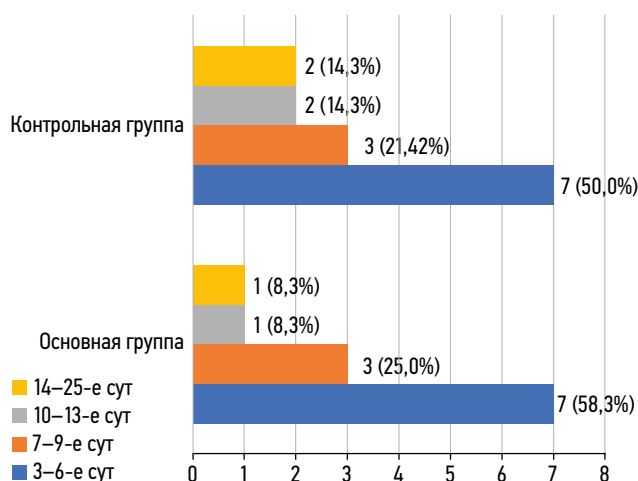


Рис. 5. Сроки купирования плеврального выпота: данные представлены абсолютным и относительным (в скобках) числом пациентов.

Fig. 5. Terms of pleural effusion relief: data are presented as absolute and relative (in parentheses) numbers of patients.

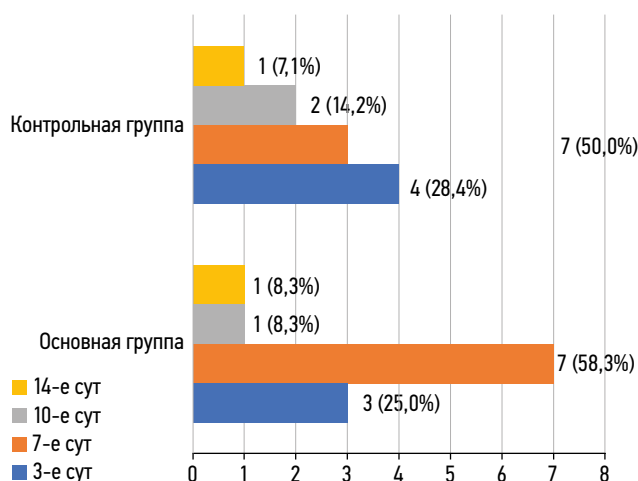


Рис. 6. Сроки купирования дыхательной недостаточности: данные представлены абсолютным и относительным (в скобках) числом пациентов.

Fig. 6. Terms of respiratory failure control: data are presented as absolute and relative (in parentheses) numbers of patients.

Нежелательные явления

За время исследования нежелательных эффектов не выявлено, но необходимо учитывать техническую сложность проведения оперативного и анестезиологического пособия, сопутствующие заболевания и тяжесть ОЭП.

ОБСУЖДЕНИЕ

С 1990 г. в литературе стали появляться работы о применении ВТС для лечения эмпиемы плевры [19, 20]. С.М. Мегу и соавт. показали высокую эффективность ВТС у детей с деструктивной пневмонией по сравнению с традиционными методами лечения [21]. А.С. Кашин соавт. при лечении ОЭП использовали торакоскопическую санацию, при которой достигли полного очищения плевральной полости, разделения лёгочно-плевральных сращений

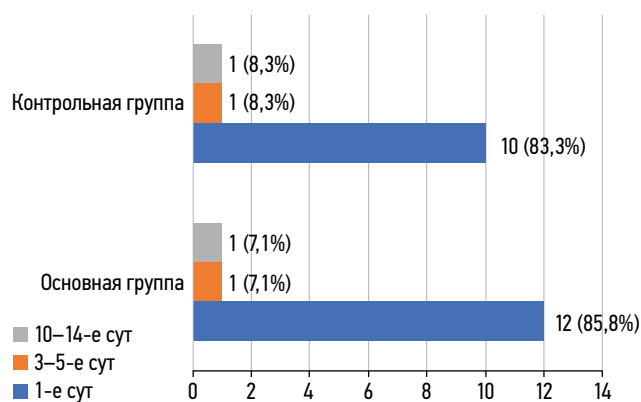


Рис. 7. Сроки полной резекспансии лёгкого: данные представлены абсолютным и относительным (в скобках) числом пациентов.

Fig. 7. Time frame for complete lung reexpansion: data are presented as absolute and relative (in parentheses) number of patients.

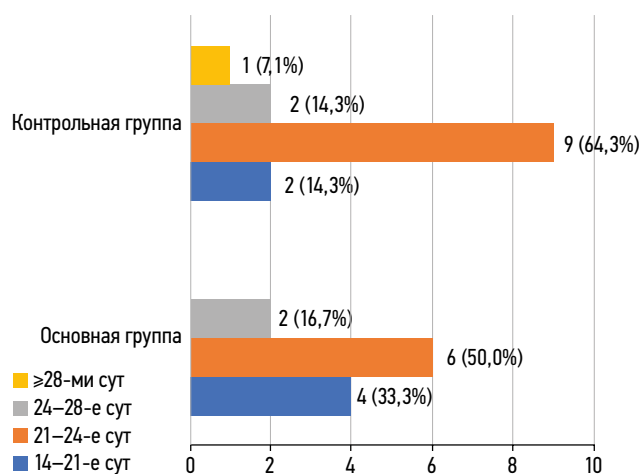


Рис. 8. Длительность антибактериальной терапии: данные представлены абсолютным и относительным (в скобках) числом пациентов.

Fig. 8. Duration of antibacterial therapy: data are presented as absolute and relative (in parentheses) number of patients.

и полного удаления фибринозных напластований у детей раннего возраста [22]. Д.Г. Амарантов отметил, что у больных острой пара- и метапневмонической эмпиемой плевры ВТС позволит определить характер внутриплевральных изменений и степени обратимости гнойного процесса. В следующие годы российские хирурги отдают предпочтение малоинвазивным методам лечения ОЭП, что перестало быть дискуссионным вопросом [23]. Вопрос об интраоперационном применении ферментативных препаратов также прослеживается в ряде сравнительных исследований, которые показали их эффективность. С.Х. Батаев и соавт. показали высокий потенциал комбинации гидрохирургических и аргон-плазменных технологий при лечении детей с ОЭП, что видно и в результатах зарубежных исследований [24, 25, 26, 27]. Применение ВТС и дополнительных лечебных мероприятий на разных стадиях плеврита направлено на эффективную санацию плевральной полости, предотвращение внутриплеврального спайкообразования и профилактику хронизации процесса.

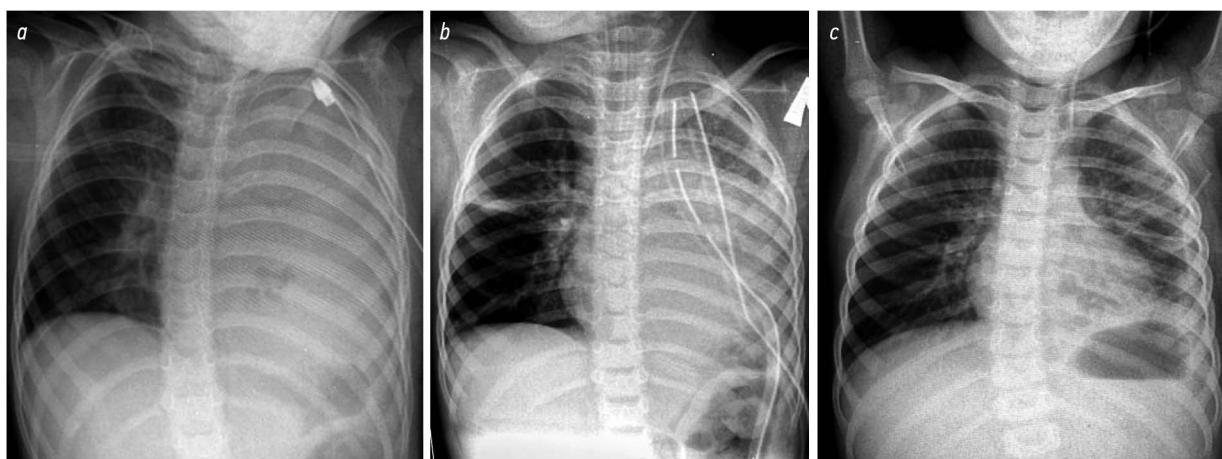


Рис. 9. Рентгенограммы органов грудной клетки больной К., 5 лет (основная группа): *a* — до операции, *b* — на 1-е сут после операции; *c* — на 7-е сут после операции.

Fig. 9. Radiographs of the chest organs of patient K., 5 years old (main group): *a* — before surgery, *b* — on day 1 after surgery; *c* — on day 7 after surgery.

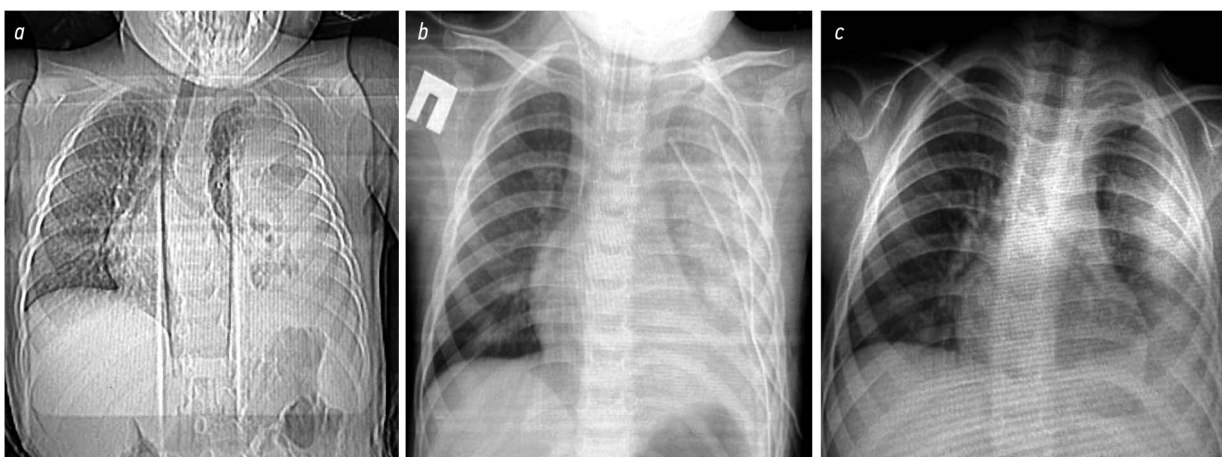


Рис. 10. Рентгенограммы органов грудной клетки больной Г., 3 лет (контрольная группа): *a* — до операции, *b* — на 1-е сут после операции; *c* — на 7-е сут после операции.

Fig. 10. Radiographs of the chest organs of patient G., 3 years old (control group): *a* — before surgery, *b* — on day 1 after surgery; *c* — on day 7 after surgery.

Ограничения исследования

Ограничениями являются малый размер выборки. На этапе оперативного вмешательства ограничения могут быть техническое оснащение операционной и навыки хирурга.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты исследования свидетельствуют о том, что комбинация ВТС, УЗНЧ и обработки плевральной полости ПФ более эффективна в лечении больных ОЭП, чем оперативное вмешательство без применения ПФ.

Таким образом, мы считаем, что применение ПФ интраоперационно и в раннем послеоперационном периоде в комбинации с ВТС и УЗК лёгких и плевры является перспективным и эффективным методом лечения ОЭП и может быть рекомендовано для внедрения в клиническую практику.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Благодарности. Авторы выражают благодарность д-ру мед. наук, проф. Виктору Александровичу Тарakanову за поддержку проведения данной работы, а также за помощь с внедрением видеоторакоскопической санации плевральной полости в детскую хирургическую практику.

Источник финансирования. Статья публикуется без спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии явных и потенциальных конфликтов интересов.

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE. Наибольший вклад распределён следующим образом: Н.К. Барова, И.Х. Егиев, И.А. Убилава — хирургическое лечение, написание текста и редактирование статьи; И.Х. Егиев — сбор и анализ литературных источников; А.Н. Григорова — курация; А.Н. Григорова, В.М. Надгериев, В.М. Старченко — обзор литературы, сбор и анализ литературных источников, написание текста и редактирование статьи; А.Е. Стрюковский — обзор литературы, сбор

и анализ литературных источников, подготовка и написание текста статьи.

Этическая экспертиза. Протокол исследования был одобрен локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО «Кубанский государственный медицинский университет» МЗ РФ (№ 6 от 19.09.2019).

ADDITIONAL INFORMATION

Acknowledgments. The authors would like to thank Dr. Med. Sciences, Professor Viktor Aleksandrovich Tarakanov for his support in conducting the research of this work. Thank you for your help in introducing video-assisted thoracoscopic sanitation of the pleural cavity into pediatric surgical practice.

Funding source. The publication had no sponsorship.

Competing interests. The authors claim that there is no conflict of interest in the article.

Authors' contribution. All authors confirm compliance of their authorship with the international ICMJE criteria. The largest contribution is distributed as follows: N.K. Barova, I.Kh. Egiev, I.A. Ubilava — surgical treatment, writing the text and editing the article; I.Kh. Egiev — collection and analysis of literary sources; A.N. Grigorova — supervision; A.N. Grigorova, V.M. Nadgeriev, V.M. Starchenko — literature review, collection and analysis of literary sources, writing the text and editing the article; A.E. Stryukovsky — literature review, collection and analysis of literary sources, preparation and writing of the article.

Ethics approval. The present study protocol was approved by the local Ethics Committee of the Kuban State Medical University (N 6 by 19.09.2019).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Припуло Л.Ф. Частные вопросы острой гнойной деструктивной пневмонии у детей // Таврический медико-биологический вестник. 2010. Т. 13, № 4. С. 138–143.
2. Рокицкий М.Р. Хирургические заболевания лёгких у детей. Ленинград: Медицина, 1988. 286 с.
3. Разумовский А.Ю., Аллаберганов К.О., Алхасов А.Б. Видеоторакоскопические операции при буллезной форме гнойно-воспалительных заболеваний лёгких у детей // Детская хирургия. Журнал им. Ю.Ф. Исакова. 2005. № 4. С. 46–47.
4. Krenke K., Sadowy E., Podsiadły E., et al. Etiology of parapneumonic effusion and pleural empyema in children. The role of conventional and molecular microbiological tests // Respir Med. 2016. N 116. P. 28–33. doi: 10.1016/j.rmed.2016.05.009
5. Барова Н.К., Тараканов В.А., Убилава И.А., Ереджибокова М.Ю. Комплексная терапия, реабилитация в лечении острой деструктивной пневмонии у детей // Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии. 2020. Т. 10, № S. С. 29. EDN: SOALDD
6. Livingston M.H., Mahant S., Connolly B., et al. Effectiveness of intrapleural tissue plasminogen activator and dornase alfa vs tissue plasminogen activator alone in children with pleural empyema: A randomized clinical trial // JAMA Pediatr. 2020. Vol. 174, N 4. P. 332–340. doi: 10.1001/jamapediatrics.2019.5863
7. Domej W., Wenisch C., Demel U., Tilz G.P. Vom pneumonischen Infiltrat zum parapneumonischen Erguss--vom Erguss zum Pleuraempyem: Internistische Aspekte parapneumonischer Ergussbildung und des Pleuraempyems // Wien Med Wochenschr. 2003. Vol. 153, N 15–16. P. 349–353. doi: 10.1007/s10354-003-0008-1
8. Федотова М.А., Егиев И.Х. Метод комбинации видеоторакоскопической санации и местного применения протеолитических ферментов при лечении острой эмпиемы плевры у детей // Forcipe. 2022. Т. 5, № S1. С. 188. EDN: DAZZWM
9. Arnold D.T., Hamilton F.W., Elvers K.T., et al. Pleural fluid super levels predict the need for invasive management in parapneumonic effusions // Am J Respir Crit Care Med. 2020. Vol. 201, N 12. P. 1545–1553. doi: 10.1164/rccm.201911-2169OC
10. Хасанов Р.Р., Гумеров А.А., Мамлеев И.А., Сатаев В.У. Экономическая эффективность лечения эмпиемы плевры с применением торакоскопии у детей // Хирургия. 2009. № 11. С. 42–47. EDN: LBEJNL
11. Барова Н.К., Тараканов В.А., Циприс А.А., и др. Современные медицинские технологии в лечении острой деструктивной пневмонии у детей // Кубанский научный медицинский вестник. 2013. № 7. С. 58–59. EDN: RSKHIJ
12. Кашин А.С., Мамлеев И.А., Сатаев В.У., и др. Диагностика и лечение эмпиемы плевры с применением торакоскопии у детей // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. 2009. № 11. С. 38–41. EDN: LBEJMR
13. Balfour-Lynn I.M., Abrahamson E., Cohen G., et al. BTS guidelines for the management of pleural infection in children // Thorax. 2005. Vol. 60, Suppl. 1. P. i1–21. doi: 10.1136/thx.2004.030676
14. Егиев И.Х., Тараканов В.А., Барова Н.К., Убилава И.А. Хирургическое лечение острой эмпиемы плевры у детей с применением метода комбинации видеоторакоскопической санации и местного применения протеолитических ферментов // Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии. 2022. Т. 12, № S. С. 56. EDN: VQYABV
15. Разумовский А.Ю., Аллаберганов К.О., Алхасов А.Б. Торакоскопические операции при осложненных формах ГВЗЛ у детей // Анналы хирургии. 2006. № 6. С. 43–45.
16. Altmann E.S., Crossingham I., Wilson S., Davies H.R. Intra-pleural fibrinolytic therapy versus placebo, or a different fibrinolytic agent, in the treatment of adult parapneumonic effusions and empyema // Cochrane Database Syst Rev. 2019. Vol. 2019, N 10. P. CD002312. doi: 10.1002/14651858.CD002312.pub4
17. Singh G., Pitoyo C.W., Nasir A.U., et al. Update on the role of intrapleural fibrinolytic therapy in the management of complicated parapneumonic effusions and empyema // Acta Med Indones. 2012. Vol. 44, N 3. P. 258–264.
18. Majid A., Ochoa S., Chatterji S., et al. Safety and efficacy of tissue plasminogen activator and DNase for complicated pleural effusions secondary to abdominal pathology // Ann Am Thorac Soc. 2017. Vol. 14, N 3. P. 342–346. doi: 10.1513/AnnalsATS.201608-594BC
19. Scharm S.C., Dettmer S. Erkrankungen der Pleura, der Thoraxwand und des Zwerchfells // Radiologe. 2022. Vol. 62, N 2. P. 91–98. doi: 10.1007/s00117-021-00958-5
20. Батаев С.М., Игнатьев Р.О., Зурбаев Н.Т., и др. Применение гидрохирургической технологии в лечении ребенка с осложненной пневмонией на фоне скарлатины // Педиатрия. Журнал имени Г.Н. Сперанского. 2018. Т 97, № 2. С. 113–117. EDN: YTCBBG doi: 10.24110/0031-403X-2018-97-2-113-117

21. Merry C.M., Bufo A.J., Shah R.S. Early definitive intervention by thoracoscopy in pediatric empyema. *J Pediatr Surg* 1999;Vol. 34. P. 178–181
22. Кашин А.С., Мамлеев И.А., Сатаев В.У., и др. Торакоскопическое лечение легочно-плевральных осложнений острой деструктивной пневмонии у новорожденных и детей раннего возраста // *Детская медицина Северо-Запада*. 2012. Т. 3, № 4. С. 23–28. EDN: RUESSR
23. Амарантов Д.Г. Программированные этапные торакоскопии в лечении больных с острой пара- и метапневмонической эмпиемой плевры: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Саратов, 2005. 21 с.
24. Батаев С.М., Зурбаев Н.Т., Молотов Р.С., и др. Первый опыт применения гидрохирургических технологий в лечении детей

- с легочно-плевральными осложнениями деструктивной пневмонии // *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. 2019. № 7. С. 15–23. EDN: AMMQBC doi: 10.17116/hirurgia201907115
25. Knisely B.L., Broderick L.S., Kuhlman J.E. MR imaging of the pleura and chest wall // *Magn Reson Imaging Clin N Am*. 2000. Vol. 8, N 1. P. 125–141.
26. Ravaglia C., Gurioli C., Tomassetti S., et al. Is medical thoracoscopy efficient in the management of multiloculated and organized thoracic empyema? // *Respiration*. 2012. Vol. 84, N 3. P. 219–224. doi: 10.1159/000339414
27. Tassi G.F., Marchetti G.P., Pinelli V., Chiari S. Practical management of pleural empyema // *Monaldi Arch Chest Dis*. 2010. Vol. 73, N 3. P. 124–129. doi: 10.4081/monaldi.2010.296

REFERENCES

1. Pritulo LF. Particular issues of acute purulent destructive pneumonia in children. *Tavrisheskiy mediko-biologicheskiy vestnik*. 2010;13(4):138–143. (In Russ).
2. Rokitsky MR. Surgical diseases of the lungs in children. Leningrad: Medicine; 1988. 286 p. (In Russ).
3. Razumovsky AY, Allaberganov KO, Alkhasov AB. Video-assisted thoracoscopic surgery for the bullous form of purulent-inflammatory lung diseases in children. *Russian Journal of Pediatric Surgery*. 2005;(4):46–47. (In Russ).
4. Krenke K, Sadowy E, Podsiadły E, et al. Etiology of parapneumonic effusion and pleural empyema in children. The role of conventional and molecular microbiological tests. *Respir Med*. 2016;(116):28–33. doi: 10.1016/j.rmed.2016.05.009
5. Barova NK, Tarakanov VA, Ubilava IA, Eredzhibokova MYu. Complex therapy, rehabilitation in the treatment of acute destructive pneumonia in children. *Russ J Pediatr Surg Anesthesia Intensive Care*. 2020;10(S):29. EDN: SOALDD
6. Livingston MH, Mahant S, Connolly B, et al. Effectiveness of intrapleural tissue plasminogen activator and dornase alfa vs tissue plasminogen activator alone in children with pleural empyema: A randomized clinical trial. *JAMA Pediatr*. 2020;174(4):332–340. doi: 10.1001/jamapediatrics.2019.5863
7. Domej W, Wenisch C, Demel U, Tilz GP. Vom pneumonischen Infiltrat zum parapneumonischen Erguss--vom Erguss zum Pleuraempyem: Internistische Aspekte parapneumonischer Ergussbildung und des Pleuraempyems. *Wien Med Wochenschr*. 2003;153(15-16):349–353. doi: 10.1007/s10354-003-0008-1
8. Fedotova MA, Egiev IK. The method of combination of vat sanitation and the using of proteolytic enzymes in treatment of acute pleural empyema in children. *Forcipe*. 2022;5(S1):18. EDN: DAZZWM
9. Arnold DT, Hamilton FW, Elvers KT, et al. Pleural fluid super levels predict the need for invasive management in parapneumonic effusions. *Am J Respir Crit Care Med*. 2020;201(12):1545–1553. doi: 10.1164/rccm.201911-2169OC
10. Khasanov RR, Gumerov AA, Mamleev IA, Sataev VU. Economic efficacy of thoracoscopic treatment for pleural empyema in children. *N.I. Pirogov J Surg*. 2009;(11):42–47. EDN: LBEJNL
11. Barova NK, Tarakanov VA, Cipris AA, et al. The modern medical technologies for treatment of acute destructive pneumonia in children. *Kuban Sci Med Bulletin*. 2013;(7):58–59. EDN: RSKHJ
12. Kashin AS, Mamleev IA, Sataev VU, et al. Diagnostics and thoracoscopic treatment of pleural empyema in younger children. *N.I. Pirogov J Surg*. 2009;(11):38–41 EDN: LBEJMR
13. Balfour-Lynn IM, Abrahamson E, Cohen G, et al. BTS guidelines for the management of pleural infection in children. *Thorax*. 2005;60(Suppl 1):11–21. doi: 10.1136/thx.2004.030676
14. Egiev IKh, Tarakanov VA, Barova NK, Ubilava IA. Surgical treatment of acute pleural empyema in children using the method of combination of videothoracoscopic sanitation and local application of proteolytic enzymes. *Russ J Pediatr Surg Anesthesia Intensive Care*. 2022;12(S):56. EDN: VQYABV
15. Razumovsky AY, Allaberganov KO, Alkhasov AB. Thoracoscopic surgeries for complicated forms of purulent inflammatory lung diseases in children. *Ann Surg*. 2006;(6):43–45. (In Russ).
16. Altmann ES, Crossingham I, Wilson S, Davies HR. Intrapleural fibrinolytic therapy versus placebo, or a different fibrinolytic agent, in the treatment of adult parapneumonic effusions and empyema. *Cochrane Database Syst Rev*. 2019.2019;(10):CD002312. doi: 10.1002/14651858.CD002312.pub4
17. Singh G, Pitoyo CW, Nasir AU, et al. Update on the role of intrapleural fibrinolytic therapy in the management of complicated parapneumonic effusions and empyema. *Acta Med Indones*. 2012;44(3):258–264.
18. Majid A, Ochoa S, Chatterji S, et al. Safety and efficacy of tissue plasminogen activator and DNase for complicated pleural effusions secondary to abdominal pathology. *Ann Am Thorac Soc*. 2017;14(3):342–346. doi: 10.1513/AnnalsATS.201608-594BC
19. Scharm SC, Dettmer S. Erkrankungen der Pleura, der Thoraxwand und des Zwerchfells. *Radiologe*. 2022;62(2):91–98. doi: 10.1007/s00117-021-00958-5
20. Bataev SM, Ignatyev RO, Zurbayev NT, et al. Hydrosurgical technology in the treatment of a child with complicated pneumonia secondary to scarlet fever. *Pediatrriya: Zhurnal imeni G.N. Speranskogo*. 2018;97(2):113–117. EDN: YTCBBG doi: 10.24110/0031-403X-2018-97-2-113-117
21. Merry C.M., Bufo A.J., Shah R.S. Early definitive intervention by thoracoscopy in pediatric empyema. *J Pediatr Surg*. 1999;34:178–181.
22. Kashin AS, Mamleev IA, Sataev VU, et al. Thoracoscopic treatment of pulmonary-pleural complications of acute necrotizing pneumonia in new born and infants. *Children's Med North-West*. 2012;3(4):23–28. EDN: RUESSR

- 23.** Amarantov D.G. *Programmed staged thoracoscopy in the treatment of patients with acute para- and parapneumonic pleural empyema* [dissertation abstract]. Saratov, 2005. 21 p. (In Russ.)"
- 24.** Bataev SM, Zurbayev NT, Molotov RS, et al. The first experience of the use of hydro-surgical technologies in the treatment of children with pulmonary-pleural complications of destructive pneumonia. *N.I. Pirogov J Surg.* 2019;(7):15–23. EDN: AMMQBC doi: 10.17116/hirurgia201907115

- 25.** Knisely BL, Broderick LS, Kuhlman JE. MR imaging of the pleura and chest wall. *Magn Reson Imaging Clin N Am.* 2000;8(1):125–141.
- 26.** Ravaglia C, Gurioli C, Tomassetti S, et al. Is medical thoracoscopy efficient in the management of multiloculated and organized thoracic empyema? *Respiration.* 2012;84(3):219–224. doi: 10.1159/000339414
- 27.** Tassi GF, Marchetti GP, Pinelli V, Chiari S. Practical management of pleural empyema. *Monaldi Arch Chest Dis.* 2010;73(3):124–129. doi: 10.4081/monaldi.2010.296

ОБ АВТОРАХ

*** Григорова Алина Николаевна**, канд. мед. наук;
адрес: Россия, 350063, Краснодар, ул. Митрофана Седина, д. 4;
ORCID: 0000-0001-5020-232X;
eLibrary SPIN: 1762-8310;
e-mail: alina.mashchenko@mail.ru

Барова Натуся Каплановна, канд. мед. наук;
ORCID: 0000-0001-5857-2296;
eLibrary SPIN: 5365-0960;
e-mail: nbarova@yandex.ru

Егиев Иван Хачатурович;
ORCID: 0009-0000-5586-8657;
eLibrary SPIN: 4683-9230;
e-mail: ivan.egiev@mail.ru

Убилава Ирма Аликоевна;
ORCID: 0009-0002-0453-6913;
e-mail: irmaybilava@mail.ru

Стрюковский Андрей Евгеньевич, канд. мед. наук;
ORCID: 0000-0002-3267-2739;
eLibrary SPIN: 7303-4713;
e-mail: an-str.@bk.ru

Надгериев Валерий Магомедович, канд. мед. наук;
eLibrary SPIN: 8840-6369;
e-mail: vmn53@yandex.ru

Старченко Валерий Михайлович, канд. мед. наук;
eLibrary SPIN: 1802-3407;
e-mail: starchenko.valera@mail.ru

AUTHORS' INFO

*** Alina N. Grigороva**, MD, Cand. Sci. (Medicine);
address: 4 Mitrofan Sedina street, 350063 Krasnodar, Russia;
ORCID: 0000-0001-5020-232X;
eLibrary SPIN: 1762-8310;
e-mail: alina.mashchenko@mail.ru

Natusya K. Barova, MD, Cand. Sci. (Medicine);
ORCID: 0000-0001-5857-2296;
eLibrary SPIN: 5365-0960;
e-mail: nbarova@yandex.ru

Ivan Kh. Egiev, MD;
ORCID: 0009-0000-5586-8657;
eLibrary SPIN: 4683-9230;
e-mail: ivan.egiev@mail.ru

Irma A. Ubilava, MD;
ORCID: 0009-0002-0453-6913;
e-mail: irmaybilava@mail.ru

Andrey E. Stryukovsky, MD, Cand. Sci. (Medicine);
ORCID: 0000-0002-3267-2739;
eLibrary SPIN: 7303-4713;
e-mail: an-str.@bk.ru

Valery M. Nadgeriev, MD, Cand. Sci. (Medicine);
eLibrary SPIN: 8840-6369;
e-mail: vmn53@yandex.ru

Valery M. Starchenko, MD, Cand. Sci. (Medicine);
eLibrary SPIN: 1802-3407;
e-mail: starchenko.valera@mail.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/ps691>

Концентрация остеокальцина в сыворотке крови детей с краниосиностозами

А.В. Щербаков, Ю.Ф. Сташко, С.А. Ким, В.Е. Данилин, Г.В. Летягин, Е.В. Амелина

Федеральный центр нейрохирургии, Новосибирск, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Актуальность настоящего исследования обусловлена отсутствием стандартов обследования и поиском простых и безопасных методов диагностики краниосиностозов. Концентрация остеокальцина в сыворотке крови является важным маркером метаболизма костной ткани, на основании чего в данной статье его рассматривали в качестве кандидата на роль лабораторного маркера краниосиностозов.

Цель. Определить концентрацию остеокальцина в сыворотке крови пациентов с различными формами краниосиностозов.

Методы. В работу включены 94 ребёнка с краниосиностозами, прошедшие лечение в детском нейрохирургическом отделении ФГБУ «Федеральный центр нейрохирургии» Министерства здравоохранения Российской Федерации (г. Новосибирск) в период с ноября 2018 г по март 2022 г. Критерии включения: возраст до 6 лет включительно, дети с синдромальными и несиндромальными формами краниосиностозов. Анализ данных проведён у детей в 2-х возрастных группах (до 6 мес. и старше 6 мес.) в связи с разными референсными значениями.

Результаты. У 8 из 60 детей в возрасте от 6 мес. до 6 лет было выявлено повышение концентрации сывороточного остеокальцина, что составило 13,3% пациентов.

Заключение. У детей в возрасте до 6 лет не было выявлено корреляции между наличием краниосиностоза и повышенной концентрацией остеокальцина в сыворотке крови.

Ключевые слова: краниосиностоз; остеокальцин; лабораторная диагностика.

Как цитировать:

Щербаков А.В., Сташко Ю.Ф., Ким С.А., Данилин В.Е., Летягин Г.В., Амелина Е.В. Концентрация остеокальцина в сыворотке крови детей с краниосиностозами // Детская хирургия. 2024. Т. 28. № 2. С. 143–150. DOI: <https://doi.org/10.17816/ps691>

DOI: <https://doi.org/10.17816/ps691>

Serum osteocalcin concentration in children with craniosynostosis

Aleksandr V. Shcherbakov, Yulia F. Stashko, Sergey A. Kim, Vasily E. Danilin, German V. Letyagin, Evgenia V. Amelina

Federal Center of Neurosurgery, Novosibirsk, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: The present study is an actual one because up to now there are no standards for craniosynostosis diagnostics and no simple and safe techniques for it. Osteocalcin concentration in the blood serum is an important marker of bone metabolism, that is why this parameter was chosen as a potential laboratory marker of craniosynostosis.

AIM: To determine osteocalcin concentrations in the blood serum of children with various forms of craniosynostosis.

METHODS: 94 children with craniosynostosis who were treated in the pediatric neurosurgical department of the Federal Center for Neurosurgery of the Ministry of Health of the Russian Federation (Novosibirsk, Russia) from November 2018 to March 2022 were included in the trial. Inclusion criteria were: age up to 6 complete years, children with syndromic and non-syndromic forms of craniosynostosis. The obtained findings were analyzed in two age groups: up to 6 months and over 6 months because of different reference values.

RESULTS: 8 children out of 60, aged 6 months–6 years, had the increased osteocalcin concentration in the serum (13.3%).

CONCLUSION: No correlation has been revealed between craniosynostosis and increased serum osteocalcin concentrations in children under 6 years of age.

Keywords: craniosynostosis; osteocalcin; laboratory diagnostics.

To cite this article:

Shcherbakov AV, Stashko YuF, Kim SA, Danilin VE, Letyagin GV, Amelina EV. Serum osteocalcin concentration in children with craniosynostosis. *Russian Journal of Pediatric Surgery*. 2024;28(2):143–150. DOI: <https://doi.org/10.17816/ps691>

ОБОСНОВАНИЕ

Краниосиностоз — это заболевание, проявляющееся врождённым отсутствием или преждевременным закрытием швов черепа, приводящим к деформации черепа. Преждевременный синостоз костей черепа приводит к ограничению роста черепа в области закрытого шва, следствием чего является развитие краниocereбральной диспропорции и возможное отставание ребёнка в психомоторном развитии. Распространённость синдромальных и несиндромальных краниосиностозов, по разным данным, составляет 3,1–4,3 на 10 000 новорождённых [1]. Долгое время считалось, что краниocereбральная диспропорция приводит только к косметическому дефекту. Однако многие исследования показали, что у этих пациентов имеются функциональные нарушения: повышение внутричерепного давления, развитие речевой дисфункции [2–4]. С целью минимизации последствий краниосиностоза требуется ранняя диагностика и хирургическое лечение данных пациентов.

В настоящее время в диагностике краниосиностозов применяют мультиспиральную томографию головного мозга и рентгенографию черепа, однако эти методы обладают высокой лучевой нагрузкой, нежелательной в детском возрасте. K. Rozovsky и соавт. описали методику ультразвукового исследования швов черепа у детей до 1,5 лет, демонстрирующую высокие показатели чувствительности [5–6]. Однако данный метод эффективен у детей в возрасте до 8–13 мес., кроме того, зависит от оператора. Эти ограничения пока не позволяют использовать его повсеместно.

Существует необходимость в поиске более безопасных и доступных методов диагностики краниосиностозов. В литературе описана взаимосвязь повышенной концентрации остеокальцина в сыворотке крови детей с вероятностью развития краниосиностоза [7]. Авторами было выявлено повышение данного показателя у 98% пациентов с краниосиностозами. Однако на тот момент не были разработаны референсные значения концентрации остеокальцина для детей разного пола и возраста.

Актуальность настоящего исследования обусловлена отсутствием стандартов обследования и поиском простых и безопасных методов диагностики краниосиностозов. Остеокальцин является важным маркером метаболизма костной ткани, на основании чего его рассматривали в качестве кандидата на роль потенциального лабораторного маркера краниосиностозов. В связи с этой гипотезой была проведена данная исследовательская работа.

ЦЕЛЬ

Цель исследования — определить концентрацию остеокальцина в сыворотке крови пациентов с различными формами краниосиностозов.

МЕТОДЫ

Дизайн исследования

Обсервационное одноцентровое выборочное неконтролируемое исследование.

Критерии соответствия

В работу включены 94 ребёнка с краниосиностозами, прошедшие лечение в детском нейрохирургическом отделении ФГБУ «Федеральный центр нейрохирургии» Министерства здравоохранения Российской Федерации (г. Новосибирск) в период с ноября 2018 г. по март 2022 г.

Критерии включения: возраст до 6 лет включительно, дети с синдромальными и несиндромальными формами краниосиностозов.

Критерии исключения: наличие сопутствующих заболеваний, влияющих на обмен остеокальцина (рахит, болезнь Педжета, диффузный токсический зоб).

Описание вмешательства

Концентрация остеокальцина в сыворотке крови была проанализирована с учётом демографических показателей (пол, возраст), сопутствующих заболеваний, формы и локализации краниосиностозов, наличия множественных краниосиностозов. Концентрацию остеокальцина оценивали в сыворотке крови у всех пациентов на дооперационном этапе. Кровь забирали в вакуумные пробирки с активатором сгустка. Забор производили утром натощак после ночного голодания. Количественное определение остеокальцина проводили методом электрохемилюминисцентного иммуноанализа на автоматическом анализаторе Elecsys cobas e 601 диагностическим набором реагентов Elecsys N-MID Osteocalcin (Roche Diagnostics GmbH, Мангейм, Германия). Данный метод определяет стабильный средний N-терминальный фрагмент остеокальцина, а также остеокальцин, пребывающий в интактной форме.

Референсные значения у детей различаются в разных возрастных группах и в зависимости от пола. Детям в возрасте от 6 мес. до 6 лет референсные интервалы установлены производителем набора применяемых реагентов и составляют: для мальчиков 39–121 нг/мл, для девочек 44–130 нг/мл [8]. В связи с тем, что на данный момент референсные значения для детей в возрасте до 6 мес. не разработаны, анализ данных у 34 пациентов этого возраста проводился отдельно.

Статистический анализ

В работе данные представлены в виде «среднее/медиана (1;3 квартиль)». Для графического представления данных использовались диаграммы типа «ящик с усами», где представлены медиана, интерквартильный размах, наибольшее и наименьшее значение выборки, которые располагались в пределах расстояния в 1,5 значения интерквартильного размаха. Точками на графиках показаны отдельные концентрации остеокальцина.

РЕЗУЛЬТАТЫ

При анализе концентрации остеокальцина у 60 детей (возраст от 6 мес. до 6 лет) отклонений ниже нормы не было зарегистрировано. Лишь у 8 (13,3%) детей этого возраста остеокальцин был выше референсных значений. На рис. 1 приведено распределение концентраций остеокальцина в зависимости от пола детей. Диаграммы располагались в пределах расстояния 1,5 значения интерквартильного размаха и выброса, хотя статистически значимых отличий не было получено. Было 43 (71,6%) мальчика и 17 девочек (28,4%).

Распределение по возрасту пациентов было следующим: 35 (58,3%) пациентов в возрасте от 6 мес. до 1 г., 25 (41,7%) — в возрасте от 1 г. до 6 лет. У большинства детей был синостозирован один шов [52 ребёнка (86,7%)], множественные синостозированные швы (2 и более) отмечались у 8 (13,3%) пациентов. С учётом того, что концентрация остеокальцина несколько различается у мальчиков и девочек, анализ значений в зависимости от возраста проводился отдельно (рис. 2). Явной зависимости от возраста не выявлено. У девочек в возрасте до 1 г. средняя концентрация остеокальцина составила 102 нг/мл, медиана — 91 нг/мл; у девочек в возрасте 1 г. и старше средняя концентрация остеокальцина составила 96 нг/мл, медиана — 102 нг/мл; у мальчиков в возрасте до 1 г. средняя концентрация остеокальцина составила 91 нг/мл, медиана — 79 нг/мл; у мальчиков в возрасте 1 г. и старше средняя концентрация остеокальцина составила 85 нг/мл, медиана — 83 нг/мл.

У 8 (13,3%) детей концентрация остеокальцина зарегистрирована выше референсных значений. У 2 девочек концентрация остеокальцина составила 131 и 191 нг/мл; у 6 мальчиков — 132–172 нг/мл.

Концентрация остеокальцина наблюдалась в пределах 131–191 нг/мл, средняя составила $(155,1 \pm 21,6)$ нг/мл. Возраст пациентов: 7 (87,5%) детей из возрастной группы от 6 мес. до 1 г. и 1 (12,5%) ребёнок из группы от 1 г. до 6 лет.

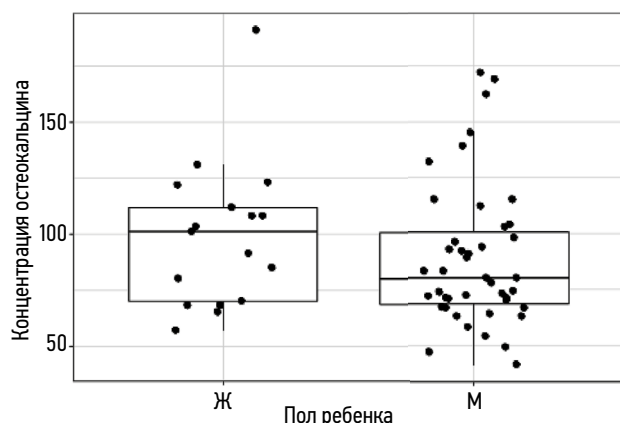


Рис. 1. Концентрация остеокальцина в сыворотке крови в зависимости от пола ребёнка: Ж — женский пол; М — мужской пол.

Fig. 1. Serum osteocalcin concentration depending on the sex of the child: Ж — female sex; М — male sex.

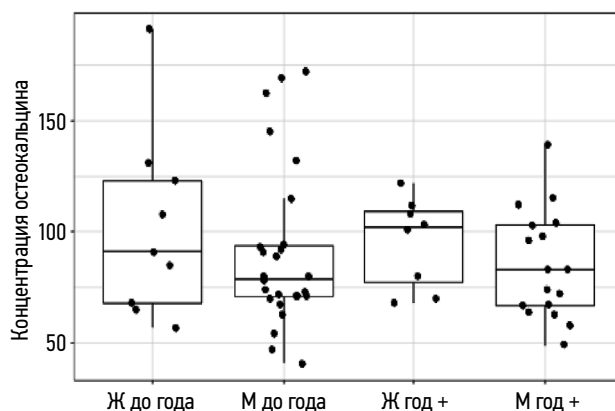


Рис. 2. Распределение концентрации остеокальцина в сыворотке крови в зависимости от возраста и пола ребёнка: Ж до года — девочки в возрасте до 1 г.; М до года — мальчики в возрасте до 1 г.; Ж год+ — девочки в возрасте от 1 г.; М год+ — мальчики в возрасте от 1 г.

Fig. 2. Distribution of serum osteocalcin concentration depending on the age and gender of the child: Ж до года — girls under 1 year of age; М до года — boys under 1 year of age; Ж год+ — girls aged 1 year and older; М год+ — boys aged from 1 year.

Среди этих пациентов синостоз единственного шва наблюдался у 7 (87,5%) детей, из которых: 1 (14,2%) ребёнок с метопическим, 4 (57,4%) — с сагиттальным, 1 (14,2%) — с лямбдовидным и 1 (14,2%) — с коронарным синостозом. У 1 (12,5%) пациента наблюдалось синостозирование двух швов — метопического и коронарного. На рис. 3 приведено сопоставление концентрации остеокальцина в сыворотке крови пациентов с одним швом и несколькими синостозированными швами в зависимости от пола ребёнка. Видно, что среди детей одного пола концентрации сопоставимы. Только у 1 (12,5%) пациента с несколькими

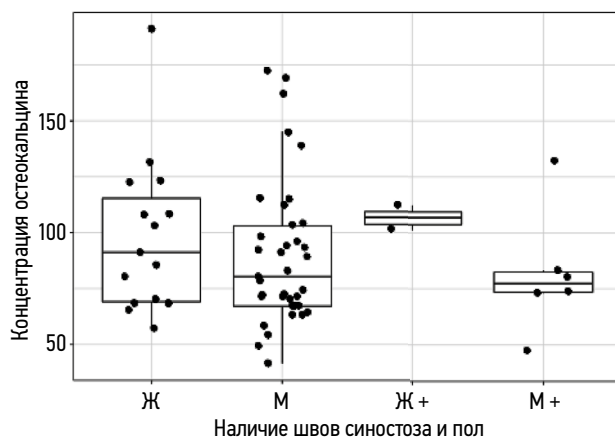


Рис. 3. Концентрация остеокальцина в сыворотке крови пациентов с синостозированием и без синостозирования швов черепа: Ж — девочки без синостозирования; М — мальчики без синостозирования; Ж+ — девочки с синостозированием; М+ — мальчики с синостозированием.

Fig. 3. Serum osteocalcin concentration of patients with synostosis and without synostosis of the skull sutures: Ж — girls without synostosis; М — boys without synostosis; Ж+ — girls with synostosis; М+ — boys with synostosis.

синотозированными швами наблюдалась повышенная концентрация остеокальцина.

Характеристика сопутствующей патологии пациентов: без сопутствующей патологии на момент поступления — 5 (62,5%), капиллярная гемангиома с врождённым пороком сердца — 1 (12,5%), арахноидальная киста в области полюса правой височной доли — 1 (12,5%), анемия лёгкой степени тяжести — 1 (12,5%).

В итоге из 60 детей повышение концентрации остеокальцина выявлено только у 8 (13,3%). Среди детей с множественными краниосиностозами только у 1 (12,5%) ребёнка выявлено повышение концентрации сывороточного остеокальцина. Хотя остеокальцин является биохимическим маркером костеобразования, который отражает процесс формирования кости, в нашей работе не выявлено связи между наличием краниосиностоза и повышенной концентрацией сывороточного остеокальцина. На основании полученных результатов можно предполагать, что повышенная концентрация остеокальцина в сыворотке крови не может служить достоверным маркером для выявления пациентов с синотозом швов черепа.

У 34 пациентов с краниосиностозом в возрасте до 6 мес., которые анализировались отдельно, средний возраст составил 3,6 мес., медиана — 4 мес. Было 27 (79,5%), мальчиков и 7 (20,5%) девочек. У всех детей был синотозирован только один шов: у 3 девочек — метопический, у 4 — сагиттальный, у 24 мальчиков — сагиттальный, у 2 — метопический и у 1 — левый коронарный. Средняя концентрация остеокальцина в сыворотке крови девочек составила 90 нг/мл, медиана — 103 нг/мл; в сыворотке крови мальчиков средняя концентрация — 82 нг/мл и медиана — 81 нг/мл.

На рис. 4 приведено распределение концентрации остеокальцина в сыворотке крови детей младше 6 мес. в зависимости от пола ребёнка. Видно, что наблюдается тенденция к более высокой концентрации остеокальцина у девочек, однако она была статистически незначима.

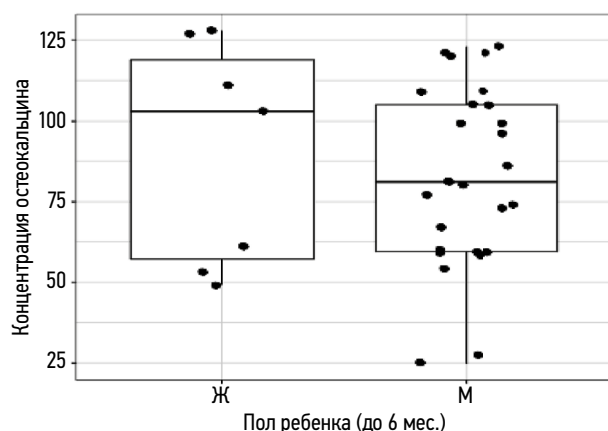


Рис. 4. Концентрация остеокальцина в сыворотке крови детей в возрасте до 6 мес. в зависимости от пола ребёнка: Ж — женский пол; М — мужской пол.

Fig. 4. Serum osteocalcin concentration in children under 6 months depending on sex: Ж — female sex; М — male sex.

ОБСУЖДЕНИЕ

Остеокальцин является чувствительным маркером метаболизма костной ткани. Его концентрация в сыворотке крови отражает метаболическую активность остеобластов. Так же известно, что остеобласты участвуют в патогенезе раннего синотозирования швов черепа. Высвобождение остеокальцина происходит на фоне остеосинтеза, а не резорбции костной ткани. Таким образом, он отражает состояние костного метаболизма и может использоваться как прогностический индикатор болезней костного обмена. Прямое влияние на синтез остеокальцина оказывают кальций-регулирующие гормоны (кальцитонин, паратиреоидный гормон) и витамин D. Повышенная концентрация остеокальцина отмечается при таких патологических состояниях, как остеопороз, опухоли костей, хроническая почечная недостаточность, болезнь Педжета, диффузный токсический зоб [9–11]. У детей его повышение связано с физиологическим явлением — скачком роста. Это стало основанием для пересмотра референсных значений для разных возрастных групп. Снижение концентрации остеокальцина в сыворотке крови отмечается при дефиците соматотропина, гиперкортицизме, терапии глюкокортикоидами, так как снижается активность остеобластов [12]. Доказано, что измерение костных маркеров предпочтительнее изучать в сыворотке крови [13–15].

Концентрация остеокальцина является важным маркером метаболизма костной ткани при физиологических и патологических состояниях [16]. Измерение данного показателя в сыворотке крови активно используется в диагностике различных заболеваний костной ткани и нарушениях остеогенеза [13]. Физиологически сывороточный остеокальцин повышен у детей, особенно в течение первого года жизни и в период полового созревания, когда изменение концентрации связано с ускорением физического развития. Повышение или понижение концентрации остеокальцина при последовательных измерениях может указывать на вхождение ребёнка в ускоренную или замедленную стадию скачка роста [17–18]. Кривая концентрации остеокальцина в сыворотке параллельна кривой скорости роста с более высокими значениями в детстве и в подростковом возрасте, которые позже снижаются до значений для взрослых. Остеокальцин является высокоспецифичным, надёжным и полезным маркером для оценки скачка роста. Учитывая, что концентрации остеокальцина в первый год жизни зависят от активного роста ребёнка, это ставит под сомнение специфичность остеокальцина при краниосиностозах. Есть мнение, что использование отдельных маркеров костного метаболизма с диагностическими целями крайне нежелательно из-за низкой чувствительности и специфичности [19–21]. Использование нескольких маркеров образования и резорбции костной ткани позволяют существенно повысить их прогностическую ценность [22].

Ограничения исследования

В нашем исследовании отсутствует контрольная группа пациентов без краниосиностозов. Это затрудняет анализ объективности использования нового референсного интервала для нашей страны и климата.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В нашем исследовании повышение концентрации сывороточного остеокальцина выявлено у 13.3% детей с краниосиностозами в возрасте от 6 мес. до 6 лет. У детей до 6 лет не выявлено корреляции между наличием краниосиностоза и концентрацией остеокальцина в сыворотке крови.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Источник финансирования. Статья публикуется без спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии явных и потенциальных конфликтов интересов.

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE. Наибольший вклад распределён следующим образом: А.В. Щербаков — концепция

и дизайн исследования, сбор и обработка материала, написание текста; Ю.Ф. Сташко — сбор и обработка материала; В.Е. Данилин — концепция и дизайн исследования; С.А. Ким — концепция и дизайн исследования, редактирование; Г.В. Летагин — редактирование; Е.В. Амелина — статистическая обработка.

Этическая экспертиза. Протокол исследования был одобрен локальным этическим комитетом.

ADDITIONAL INFORMATION

Funding source. The publication had no sponsorship.

Competing interests. The authors claim that there is no conflict of interest in the article.

Authors' contribution. All authors confirm compliance of their authorship with the international ICMJE criteria. The largest contribution is distributed as follows: A.V. Shcherbakov — concept and design of the study, collection and processing of material, writing the text, Yu.F. Stashko — collection and processing of material, V.E. Danilin — concept and design of the study, S.A. Kim — concept and design of the study, editing, G.V. Letyagin — editing, E.V. Amelina — statistical processing.

Ethics approval. The present study protocol was approved by the local Ethics Committee of the

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Boulet S.L., Rasmussen S.A., Honein M.A. A population-based study of craniosynostosis in metropolitan Atlanta, 1989–2003 // *Am J Med Genet.* 2008. Vol. 146, N 8. P. 984–991. doi: 10.1002/ajmg.a.32208
2. Panchal J., Amirshaybani H., Gurwitsch R., et al. Neurodevelopment in children with single-suture craniosynostosis and plagiocephaly without synostosis // *Plast Reconstr Surg.* 2001. Vol. 108, N 6. P. 1492–1498; discussion 1499–1500. doi: 10.1097/00006534-200111000-00007
3. Magge S.N., Westerveld M., Pruzinsky T., Persing J.A. Long-term neuropsychological effects of sagittal craniosynostosis on child development // *J Craniofac Surg.* 2002. Vol. 13, N 1. P. 99–104. doi: 10.1097/00001665-200201000-00023
4. Bristol R.E., Lekovic G.P., Rekeate H.L. The effects of craniosynostosis on the brain with respect to intracranial pressure // *Semin Pediatr Neurol.* 2004. Vol. 11, N 4. P. 262–267. doi: 10.1016/j.spen.2004.11.001
5. Rozovsky K., Udjus K., Wilson N., et al. Cranial ultrasound as a first-line imaging examination for craniosynostosis // *Pediatrics.* 2016. Vol. 137, N 2. P. e20152230. doi: 10.1542/peds.2015-2230
6. Pogliani L., Zuccotti G.V., Furlanetto M., et al. Cranial ultrasound is a reliable first step imaging in children with suspected craniosynostosis // *Child's Nervous System.* 2017. Vol. 33, N 9. P. 1545–1552. EDN: RAZTKG doi: 10.1007/s00381-017-3449-3
7. Овчинников С.Н. Роль остеокальцина в диагностике краниосиностозов у детей: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Москва, 2006. 26 с.
8. National Reference Laboratory [Интернет]. Режим доступа: www.aruplab.com. Дата обращения: 15.12.2023.
9. Gundberg C.M., Lian J.B., Gallop P.M., Steinberg J.J. Urinary-carboxyglutamic acid and serum osteocalcin as bone markers: Studies in osteoporosis and Paget's disease // *J Clin Endocrinol Metab.* 1983. Vol. 57, N 6. P. 1221–1225. doi: 10.1210/jcem-57-6-1221
10. Garrel D.R., Delmas P.D., Malaval L., Tourniaire J. Serum bone GLA-protein: A marker of bone turnover in hyperthyroidism // *J Clin Endocrinol Metab.* 1986. Vol. 62, N 5. P. 1052–1055. doi: 10.1210/jcem-62-5-1052
11. Léger J., Thizon de Gaulle I., Czernichow P. Déminéralisation osseuse et élévation des concentrations sériques d'ostéocalcine chez les jeunes enfants atteints d'hyperthyroïdie // *Ann Pediatr (Paris).* 1993. Vol. 40, N 7. P. 404–409.
12. Kim H.J., Zhao H., Kitaura H., et al. Glucocorticoids suppress bone formation via the osteoclast // *J Clin Invest.* 2006. Vol. 116, N 8. P. 2152–2160. doi: 10.1172/JCI28084
13. Crofton P.M., Kelnar C.J. Bone and collagen markers in paediatric practice // *Int J Clin Pract.* 1998. Vol. 52, N 8. P. 557–565.
14. De Ridder C.M., Delemarre-van de Waal H.A. Clinical utility of markers of bone turnover in children and adolescents // *Curr Opin Pediatr.* 1998. Vol. 10, N 4. P. 441–448. doi: 10.1097/00008480-199808000-00020
15. Schonau E., Rauch F. Markers of bone and collagen metabolism—problems and perspectives in paediatrics // *Horm Res.* 1997. Vol. 48, Suppl. 5. P. 50–59. doi: 10.1159/000191329
16. Akesson K. Biochemical markers of bone turnover. A review // *Acct Orthop Scand.* 1995. Vol. 66, N 4. P. 376–386. doi: 10.3109/17453679508995567
17. Lee A.J., Hodges S., Eastell R. Annals of clinical biocemestry: An international journal of biochemistry in medicine. Measurement of osteocalcin // *Ann Clin Biochem.* 2000. Vol. 37, Pt. 4. P. 432. doi: 10.1177/000456320003700402
18. Kanbur N.O., Derman O., Sen T.A., Kinik E. Osteocalcin. A biochemical marker of bone turnover during puberty // *Int J Adolesc Med Health.* 2002. Vol. 14, N 3. P. 235–244. doi: 10.1515/ijamh.2002.14.3.235
19. Van Coeverden S.C., Netelenbos J.C., de Ridder C.M., et al. Bone metabolism markers and bone mass in healthy pubertal boys

and girls // *Clin Endocrinol (Oxf)*. 2002. Vol. 57, N 1. P. 107–116. EDN: BADUEV doi: 10.1046/j.1365-2265.2002.01573.x

20. Chen C.J., Chao T.Y., Jancikila A.J., et al. Evaluation of the activity of tartrate-resistant acid phosphatase isoform 5b in normal Chinese children--a novel marker for bone growth // *J Pediatr Endocrinol Metab*. 2005. Vol. 18, N 1. P. 55–62. doi: 10.1515/jpem.2005.18.1.55

REFERENCES

1. Boulet SL, Rasmussen SA, Honein MA. A population-based study of craniosynostosis in metropolitan Atlanta, 1989–2003. *Am J Med Genet*. 2008;146(8):984–991. doi: 10.1002/ajmg.a.32208
2. Panchal J, Amirshaybani H, Gurwitsch R, et al. Neurodevelopment in children with single-suture craniosynostosis and plagiocephaly without synostosis. *Plast Reconstr Surg*. 2001;108(6):1492–1498; discussion 1499–1500. doi: 10.1097/00006534-200111000-00007
3. Magge SN, Westerveld M, Pruzinsky T, Persing JA. Long-term neuropsychological effects of sagittal craniosynostosis on child development. *J Craniofac Surg*. 2002;13(1):99–104. doi: 10.1097/00001665-200201000-00023
4. Bristol RE, Lekovic G, Rekeate HL. The effects of craniosynostosis on the brain with respect to intracranial pressure. *Semin Pediatr Neurol*. 2004;11(4):262–267. doi: 10.1016/j.spen.2004.11.001
5. Rozovsky K, Udjus K, Wilson N, et al. Cranial ultrasound as a first-line imaging examination for craniosynostosis. *Pediatrics*. 2016;137(2):e20152230. doi: 10.1542/peds.2015-2230
6. Pogliani L, Zuccotti GV, Furlanetto M, et al. Cranial ultrasound is a reliable first step imaging in children with suspected craniosynostosis. *Child's Nervous System*. 2017;33(9):1545–1552. EDN: RAZTKG doi: 10.1007/s00381-017-3449-3
7. Ovchinnikov SN. *The role of osteocalcin in the diagnosis of craniosynostosis in children* [dissertation abstract]. Moscow, 2006. 26 p. (In Russ.)
8. *National Reference Laboratory* [Internet]. Available from: www.aruplab.com. Accessed: 15.12.2023.
9. Gundberg CM, Lian JB, Gallop PM, Steinberg JJ. Urinary-carboxyglutamic acid and serum osteocalcin as bone markers: Studies in osteoporosis and Paget's disease. *J Clin Endocrinol Metab*. 1983;57(6):1221–1225. doi: 10.1210/jcem-57-6-1221
10. Garrel DR, Delmas PD, Malaval L, Tourniaire J. Serum bone GLA-protein: A marker of bone turnover in hyperthyroidism. *J Clin Endocrinol Metab*. 1986;62(5):1052–1055. doi: 10.1210/jcem-62-5-1052
11. Léger J, Thizon de Gaulle I, Czernichow P. Déminéralisation osseuse et élévation des concentrations sériques d'ostéocalcine chez les jeunes enfants atteints d'hyperthyroïdie. *Ann Pediatr (Paris)*. 1993;40(7):404–409. (In French)

ОБ АВТОРАХ

* **Щербаков Александр Владимирович;**

адрес: Россия, 630087, Новосибирск, ул. Немировича-Данченко, д. 132/1;

ORCID: 0000-0001-6057-4805;

eLibrary SPIN: 5176-3229;

e-mail: sherba1984@mail.ru

Сташко Юлия Федоровна;

ORCID: 0009-0008-1342-9232;

e-mail: j_stashko@neuronsk.ru

21. Crofton P.M., Evans N., Taylor M.R., Holland C.V. Serum cross laps: Pediatric reference intervals from birth to 19 years of age // *Clin Chem*. 2002. Vol. 48, N 4. P. 671–673.

22. Rauch F., Georg M., Stabrey A., et al. Collagen markers deoxypyridinoline and hydroxylysine glycosides: Pediatric reference data and use for growth prediction in growth hormone-deficient children // *Clin Chem*. 2002. Vol. 48, N 2. P. 315–322.

12. Kim HJ, Zhao H, Kitaura H, et al. Glucocorticoids suppress bone formation via the osteoclast. *J Clin Invest*. 2006;116(8):2152–2160. doi: 10.1172/JCI28084

13. Crofton PM, Kelnar CJ. Bone and collagen markers in paediatric practice. *Int J Clin Pract*. 1998;52(8):557–565.

14. De Ridder CM, Delemarre-van de Waal HA. Clinical utility of markers of bone turnover in children and adolescents. *Curr Opin Pediatr*. 1998;10(4):441–448. doi: 10.1097/00008480-199808000-00020

15. Schonau E, Rauch F. Markers of bone and collagen metabolism-problems and perspectives in paediatrics. *Horm Res*. 1997;48(Suppl 5):50–59. doi: 10.1159/000191329

16. Akesson K. Biochemical markers of bone turnover. A review. *Acta Orthop Scand*. 1995;66(4):376–386. doi: 10.3109/17453679508995567

17. Lee AJ, Hodges S, Eastell R. Annals of clinical biocemestry: An international journal of biochemistry in medicine. Measurement of osteocalcin. *Ann Clin Biochem*. 2000;37(Pt 4):432. doi: 10.1177/000456320003700402

18. Kanbur NO, Derman O, Sen TA, Kinik E. Osteocalcin. A biochemical marker of bone turnover during puberty. *Int J Adolesc Med Health*. 2002;14(3):235–244. doi: 10.1515/ijamh.2002.14.3.235

19. Van Coeverden SC, Netelenbos JC, de Ridder CM, et al. Bone metabolism markers and bone mass in healthy pubertal boys and girls. *Clin Endocrinol (Oxf)*. 2002;57(1):107–116. EDN: BADUEV doi: 10.1046/j.1365-2265.2002.01573.x

20. Chen CJ, Chao TY, Jancikila AJ, et al. Evaluation of the activity of tartrate-resistant acid phosphatase isoform 5b in normal Chinese children--a novel marker for bone growth. *J Pediatr Endocrinol Metab*. 2005;18(1):55–62. doi: 10.1515/jpem.2005.18.1.55

21. Crofton PM, Evans N, Taylor MR, Holland CV. Serum cross laps: Pediatric reference intervals from birth to 19 years of age. *Clin Chem*. 2002;48(4):671–673.

22. Rauch F, Georg M, Stabrey A, et al. Collagen markers deoxypyridinoline and hydroxylysine glycosides: Pediatric reference data and use for growth prediction in growth hormone-deficient children. *Clin Chem*. 2002;48(2):315–322.

AUTHORS' INFO

* **Alexander V. Shcherbakov, MD;**

address: 132/1 Nemirovich-Danchenko street, 630087 Novosibirsk, Russia;

ORCID: 0000-0001-6057-4805;

eLibrary SPIN: 5176-3229;

e-mail: sherba1984@mail.ru

Yulia F. Stashko, MD;

ORCID: 0009-0008-1342-9232;

e-mail: j_stashko@neuronsk.ru

Ким Сергей Афанасьевич;
ORCID: 0000-0002-9957-8122;
eLibrary SPIN: 4794-3568;
e-mail: s_kim@neuronsk.ru

Данилин Василий Евгеньевич;
ORCID: 0000-0002-7115-0159;
eLibrary SPIN: 9336-4966;
e-mail: v_danilin@neuronsk.ru

Летягин Герман Владимирович, канд. мед. наук;
ORCID: 0000-0001-5564-6130;
eLibrary SPIN: 6437-0871;
e-mail: g_letyagin@neuronsk.ru

Амелина Евгения Валерьевна, канд. физ.-мат. наук;
ORCID: 0000-0001-7537-3846;
eLibrary SPIN: 8814-0913;
e-mail: amelina.evgenia@gmail.com

Sergey A. Kim, MD;
ORCID: 0000-0002-9957-8122;
eLibrary SPIN: 4794-3568;
e-mail: s_kim@neuronsk.ru

Vasily E. Danilin, MD;
ORCID: 0000-0002-7115-0159;
eLibrary SPIN: 9336-4966;
e-mail: v_danilin@neuronsk.ru

German V. Letyagin, MD, Cand. Sci. (Medicine);
ORCID: 0000-0001-5564-6130;
eLibrary SPIN: 6437-0871;
e-mail: g_letyagin@neuronsk.ru

Evgenia V. Amelina, MD, Cand. Sci. (Physics and Mathematics);
ORCID: 0000-0001-7537-3846;
eLibrary SPIN: 8814-0913;
e-mail: amelina.evgenia@gmail.com

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/ps703>

Анестезиологическое обеспечение лазерной коррекции зрения у детей

Г.Е. Ройтберг¹, И.Э. Азнаурян², О.В. Струнин^{1,4}, И.В. Смирнов¹, В.О. Баласанян², С.Г. Агагулян², Н.В. Кондратова¹, В.В. Лазарев³

¹ Акционерное общество «Медицина», Москва, Россия;

² Общество с ограниченной ответственностью «Ясный взор», Москва, Россия;

³ Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова, Москва, Россия;

⁴ Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Сегодня детям выполняют всё больше лазерных офтальмологических операций. Расширение показаний к лазерной коррекции зрения в детском возрасте влечёт за собой рост числа пациентов и ставит новые специфические задачи перед педиатрической анестезиологией. Решение этих задач сегодня находится в стадии активного клинического поиска.

Цель. Предложить безопасный, воспроизводимый и управляемый метод анестезиологического обеспечения детских офтальмохирургических операций, который бы обеспечивал полную неподвижность глазного яблока во время вмешательства и быстрое пробуждение пациента после окончания операции.

Методы. Проведено ретроспективное исследование. В период с октября 2016 г. по май 2022 г. в стационаре Акционерного общества «Медицина» (клиника академика Ройтберга) специалистами Детских глазных клиник «Ясный взор» профессора Игоря Азнауряна прооперировано 429 детей с офтальмохирургической патологией. Лазерная коррекция зрения выполнялась детям с нарушениями рефракции (астигматизм, гиперметропия, врождённая стабильная миопия высокой степени), осложнёнными анизометропией и/или амблиопией. В качестве композитной конечной точки принята удовлетворённость хирурга положением глаза во время основного вмешательства и время пробуждения пациента после окончания хирургического этапа. Удовлетворённость хирурга оценивалась по 10-балльной шкале, где 1 — не удалось достигнуть центрации, 10 — полная неподвижность при проведении коррекции. Пробуждение оценивалось как время от окончания хирургических манипуляций до момента удаления ларингеальной маски после восстановления спонтанного дыхания и появления признаков сознания.

Результаты. Завершили исследование все включённые в него 429 пациентов. Пробуждение наступало быстро и длилось в среднем 13,3 мин (95% доверительный интервал 12,1–14,6 мин). В раннем послеоперационном периоде болевой синдром был выражен незначительно и составлял 1–3 балла по шкале Face, Legs, Activity, Cry, Consolability и 1–2 балла по визуально-аналоговой шкале. Дополнительное обезболивания (ибупрофен) требовалось менее, чем 10% пациентов. Тошноты, рвоты, мышечных болей в послеоперационном периоде не отмечалось.

Заключение. Предложенная методика является адекватной с точки зрения обеспечения неподвижности глазного яблока при приемлемом времени пробуждения до 9–10 баллов по шкале Альдрета.

Ключевые слова: лазерная коррекция; анестезия; зрение; дети.

Как цитировать:

Ройтберг Г.Е., Азнаурян И.Э., Струнин О.В., Смирнов И.В., Баласанян В.О., Агагулян С.Г., Кондратова Н.В., Лазарев В.В. Анестезиологическое обеспечение лазерной коррекции зрения у детей // Детская хирургия. 2024. Т. 28. № 2. С. 151–157. DOI: <https://doi.org/10.17816/ps703>

DOI: <https://doi.org/10.17816/ps703>

Anesthetic support for laser vision correction in children

Grigorij E. Roitberg¹, Igor E. Aznauryan², Oleg V. Strunin^{1,4}, Igor V. Smirnov¹,
Victoria O. Balasanyan², Satenik G. Agagulyan², Natalia V. Kondratova¹, Vladimir V. Lazarev³

¹ Joint Stock Company "Medicine", Moscow, Russia;

² "Yasny Vzor" Limited Liability Company, Moscow, Russia;

³ The Russian National Research Medical University named after N.I. Pirogov, Moscow, Russia;

⁴ Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: Currently, more and more laser surgeries are performed in pediatric ophthalmology. Expansion of indications for laser vision correction in children entails the increase in the number of patients and poses new specific tasks for pediatric anesthesiology. Solution of these problems is currently at the stage of active clinical search.

AIM: To propose a safe, reproducible and controllable method of anesthesiological support at pediatric ophthalmic surgeries which would ensure complete immobility of the eyeball during the intervention and patient's rapid awakening after the surgery.

METHODS: A retrospective trial has been conducted. From October 2016 to May 2022, in the hospital of Joint Stock Company "Medicine" (clinic of Academician Roitberg) specialists from Yasny Vzor Children's Eye Clinics of Professor Igor Aznauryan operated on 429 children with ophthalmosurgical pathology. Laser vision correction was performed in children with refractive errors (astigmatism, hyperopia, congenital stable high myopia) complicated by anisometropia and/or amblyopia. The composite endpoint was surgeon's satisfaction with eye position during the main intervention and at the time of patient's awakening at the end of surgical stage. The surgeon's satisfaction was assessed with a 10-point scale, where 1 means no centration achieved and 10 means complete immobility during the correction. Awakening was the time from the end of surgical procedure until the removal of laryngeal mask after restoration of spontaneous breathing and signs of consciousness.

RESULTS: All 429 patients included in the trial completed it. Awakening came quickly and lasted, on average, 13.3 min (95% confidence interval, 12.1–14.6 min). At the early postoperative period, pain syndrome was in significant and amounted to 1–3 points by the Face, Legs, Activity, Cry, Consolability Scale and to 1–2 points by the Visual Analogue Scale. Additional anesthesia (Ibuprofen) was required in less than 10% of patients. Nausea, vomiting, and muscle pain were not observed in the postoperative period.

CONCLUSION: The proposed technique is adequate for ensuring the eyeball immobility and for acceptable wake-up time up to 9–10 points by the Aldreth scale.

Keywords: laser correction; anesthesia; vision; children.

To cite this article:

Roitberg GE, Aznauryan IE, Strunin OV, Smirnov IV, Balasanyan VO, Agagulyan SG, Kondratova NV, Lazarev VV. Anesthetic support for laser vision correction in children. *Russian Journal of Pediatric Surgery*. 2024;28(2):151–157. DOI: <https://doi.org/10.17816/ps703>

ОБОСНОВАНИЕ

Лазерная хирургия у взрослых пациентов давно и прочно заняла своё место в современной офтальмологии. В то же время, в отношении лазерных операций в детской офтальмологической практике продолжается активный поиск релевантных подходов к методам и срокам оперативного вмешательства.

Сегодня все больше операций в офтальмологии с применением лазера проводятся в детском возрасте по тем или иным причинам [1]. Расширение показаний в детской лазерной офтальмохирургии ставит новые задачи и перед педиатрической анестезиологией. Анестезиологическое обеспечение лазерных офтальмологических операций у детей имеет ряд особенностей. Во-первых, если большинство вмешательств у взрослых может проводиться в условиях местной анестезии, то у детей, сложно, а иногда и невозможно, добиться полного сотрудничества, что ставит вопрос о проведении общей анестезии [2]. Во-вторых, для успеха прецизионной лазерной коррекции зрения ребёнка необходима полная неподвижность глазного яблока и его центральное расположение во время вмешательства. Решение данной задачи лежит в использовании мышечных релаксантов и/или углублении анестезии. Однако это существенно увеличивает общее время анестезии, при относительно коротком времени лазерной коррекции зрения, что нежелательно, особенно в амбулаторных условиях.

Исходя из перечисленных особенностей, задачами анестезиологического обеспечения являются:

- достижение максимальной управляемости глубины и длительности анестезии путём комбинирования фармакологических агентов с учётом требований к физическим свойствам атмосферы операционной, необходимых для нормальной работы лазерного оборудования;
- обеспечение свободной проходимости дыхательных путей с учётом того факта, что лицо пациента закрыто стерильным операционным бельём, а дыхательные пути недоступны прямому визуальному контролю;
- релаксация глазодвигательных мышц для центрации глазных яблок и профилактики послеоперационного астигматизма;
- профилактика нежелательных реакций общей анестезии — тошноты, рвоты, мышечных болей при применении миорелаксантов короткого действия.

В современной литературе имеются достаточно подробные публикации, посвящённые анестезиологическому обеспечению хирургической коррекции офтальмологической патологии у детей [2, 3]. Однако в этих подходах не полностью учтены перечисленные особенности лазерной педиатрической офтальмохирургии. В 2012 г. коллектив авторов предложил способ анестезии для рефракционных операций у детей (патент Российской Федерации на изобретение № 2444342.) [4], при котором производили

ингаляционную анестезию севофлураном в минимальной альвеолярной концентрации (МАК) соответственно возрасту и весу, а правильное положение глаза обеспечивалось за счёт удержания глаза вакуумным кольцом при низком давлении. Однако данный способ имеет следующие особенности: во-первых, он предполагает проведение только лазерного интрастромального кератомилеза и эпителиального лазерного кератомилеза *in situ*; во-вторых, выполнение этих операций зависит от мануального контроля хирурга, что в ходе длительной абляции не исключает возможности отклонения оси глазного яблока от центральной из-за минимальных движений рук хирурга.

Попытка совершенствования анестезиологического обеспечения и исключение мануального контроля положения глаза со стороны хирурга обусловили актуальность нашего исследования.

ЦЕЛЬ

Цель исследования — предложить безопасный, воспроизводимый и управляемый метод анестезиологического обеспечения детских офтальмохирургических операций, который бы обеспечивал полную неподвижность глазного яблока во время вмешательства и быстрое пробуждение пациента после его окончания.

МЕТОДЫ

Дизайн исследования

Данное исследование одноцентровое неконтролируемое обсервационное ретроспективное сплошное.

Критерии соответствия

Критерии включения: в исследование включали детей, перенёвших лазерную коррекцию зрения.

Критерии исключения: возраст младше 3 лет и старше 17 лет 11 мес.

Условия проведения

Все операции проводились в одной операционной на одном оборудовании стационара АО «Медицина» (клиника академика Ройтберга) специалистами Детских глазных клиник «Ясный взор» профессора Игоря Азнауряна. Исследование проводилось с октября 2016 г. по май 2022 г. От законных представителей пациентов, включённых в исследование, получено письменное согласие на медицинское вмешательство, участие в исследовании и публикацию медицинских данных в обезличенной форме.

Описание медицинского вмешательства

Прооперированы 429 детей с офтальмохирургической патологией. Лазерную коррекцию зрения выполняли при нарушениях рефракции (астигматизм, гиперметропия, врождённая стабильная миопия высокой

степени), осложнённых анизометропией и/или амблиопией. В табл. 1 приведено распределение детей по виду патологии. Антропологические данные исследуемых пациентов представлены в табл. 2.

С целью местной анестезии проводили инстилляцию 0,4% раствора оксибупрокаина гидрохлорида в конъюнктивный мешок по 1 капле перед операцией. Всем детям проводили лазерную коррекцию зрения в условиях комбинированной общей анестезии. С целью контроля проходимости дыхательных путей использовали ларингеальную маску, подобранную по возрасту и весу ребёнка. При проведении операций возможность развития окулокардиального рефлекса не учитывалась ввиду того, что при лазерной коррекции не требуется тракция экстраокулярных мышц и/или значимое давление на глазное яблоко. Индукция начиналась с ингаляции севофлурана с болюсной нагрузкой 6% об. с помощью лицевой маски. При необходимости достижения максимальной комплаентности со стороны пациента допускалось присутствие одного из родителей при индукции в наркоз. Такая болезненная процедура, как пункция периферической вены, переносилась на постиндукционный период. После выключения сознания пациента, пунктировалась периферическая вена с установкой венозного катетера «Вазофикс» (BBraun) соответствующего возрасту размера. Далее внутривенно вводили 1% эмульсию пропофола в дозе 3 мг/кг. Аналгезия достигалась внутривенным введением 0,005% раствора фентанила в дозе 2 мкг/кг. Устанавливалась ларингеальная маска, соответствующего размера. Начиналась искусственная вентиляция лёгких с контролем по объёму. Дыхательный объем устанавливался из расчёта 6–8 мл/кг, с возможностью триггирования вдоха (аппарат Maquet Flow I), фракция вдыхаемого кислорода 50%, частота дыхания соответственно возрасту. Поддержание анестезии осуществлялось ингаляцией севофлурана в дозе 1,2 минимальной альвеолярной концентрации (МАК). Для достижения

ровного положения глаза использовали миорелаксант — 1% раствор атракурия безилат в минимальной дозе 0,1 мг/кг без угнетения дыхательной мускулатуры. Удовлетворённость хирурга центрацией и неподвижностью глазного яблока во время основного этапа вмешательства оценивали по 10-балльной шкале, где 1 — не удалось достигнуть центрации, а 10 — идеальное положение и полная неподвижность глазного яблока на протяжении всего вмешательства. Мониторинг состояния пациентов включал следующие параметры: электрокардиография, частота сердечных сокращений, насыщение крови кислородом, неинвазивное измерение артериального давления, доля вдыхаемого кислорода, концентрация ингаляционного анестетика на вдохе и выдохе, концентрация выдыхаемого кислорода и углекислого газа. После окончания основного этапа операции прекращали подачу анестетика в дыхательный контур. При восстановлении адекватного спонтанного дыхания и появлении признаков сознания удаляли ларингеальную маску. При достижении 9–10 баллов по шкале Альдрета [6] пациента переводили в палату стационара. В течение раннего постнаркозного периода (2 ч) пациент находился в стационаре под наблюдением медицинского персонала. Оценка болевого синдрома в раннем послеоперационном периоде проводилась по визуально-аналоговой шкале у детей способных продуктивно сотрудничать и по шкале Face, Legs, Activity, Cry, Consolability — у детей, с которыми отсутствовал вербальный контакт. При необходимости дополнительного обезболивания назначался сироп ибупрофена в возрастных дозировках.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Введение в анестезию в подавляющем большинстве случаев проходило на фоне спокойного эмоционального состояния пациента, благодаря вышеописанному подходу. Среднее время подготовки пациента (индукция, установка лицевой маски, пункция вены) от поступления в операционную до начала операции составляло 7±2 мин. К этому моменту достигалась необходимая глубина анестезии и центрация глазного яблока. Удовлетворённость хирурга центрацией глаза оценивалась по 10-балльной шкале и находилась в диапазоне от 9 до 10 баллов. Общее время анестезии составило 47,5 мин [95% доверительный интервал (ДИ) 45–50 мин]. При этом общее время основного этапа операции составило 22,0 мин (95% ДИ 19,7–24,2 мин). В табл. 3 приведено время вмешательства в зависимости от хирургического объёма, в табл. 4 — распределение пациентов по видам выполненных операций.

Пробуждение — время от окончания хирургических манипуляций до момента удаления ларингеальной маски после восстановления спонтанного дыхания и появления признаков сознания — наступало быстро и длилось в среднем 13,3 мин (95% ДИ 12,1–14,6 мин). В раннем послеоперационном периоде болевой синдром был выражен незначительно и составлял 1–3 балла по шкале Face,

Таблица 1. Распределение детей по виду патологии

Table 1. Distribution of children by type of pathology

Диагноз	Число пациентов	Доля от общего числа, %
H52.2 Астигматизм	292	68,06
H52.1 Миопия	33	7,69
H52.0 Гиперметропия	104	24,24

Таблица 2. Антропологические характеристики пациентов

Table 2. Anthropological characteristics of patients

Характеристика	M ± σ (доверительный интервал)
Возраст, лет	9,3±0,3 (5–17,9)
Пол	274 (63,8%) девочек, 155 (36,2%) мальчиков
Рост, см	131,1±4,6 (109–179)
Вес, кг	30,8±3,5 (18–60,5)

Таблица 3. Распределение времени основного этапа и длительности анестезии в зависимости от объёма коррекции**Table 3.** Distribution of time of the main stage and duration of anesthesia depending on the volume of correction

Вмешательство		Длительность, мин	95% доверительный интервал
Коррекция 1 глаза	операция	18,4	16,9–19,9
	анестезия	44,8	42,8–46,8
Коррекция 2 глаз	операция	23,8	20,8–26,8
	анестезия	48,9	45,6–52,1

Таблица 4. Распределение пациентов по методике проведения операции**Table 4.** Distribution of patients by surgical technique

Методика	Число пациентов, чел. (%)
Фоторефракционная кератэктомия	401 (93,47)
Лазерный интрастромальный кератомилез	28 (6,52)

Legs, Activity, Cry, Consolability и 1–2 балла по визуально-аналоговой шкале. Дополнительное обезболивание ибупрофеном требовалось менее, чем 10% пациентов.

Оценка удовлетворённости хирургов положением глаза представлена в табл. 5 и составляет в среднем 9,5–9,6 балла.

Нежелательные явления

Тошноты, рвоты, мышечных болей в послеоперационном периоде не отмечалось.

ОБСУЖДЕНИЕ

Во всех случаях проведения анестезии включение «субанноэтической» дозы антидеполяризующего релаксанта позволяло достичь хорошей центрации глаза в течение основного этапа операции. По 10 бальной шкале удовлетворённость хирургов составляла 8–10 баллов (в среднем 9,5–9,6 баллов). Применение данной методики позволило избежать применения фиксирующих механических устройств, применявшихся в других исследованиях отечественных и зарубежных авторов [4, 5]. С другой стороны,

такой подход позволил избежать мышечных болей, сопровождающих применение поляризующих релаксантов короткого действия. Для достижения седации и аналгезии в описанных в литературе методиках применялась комбинация пропофола, севофлюрана и закиси азота [5]. В дальнейшем авторы применяли ондансетрон для купирования тошноты, которую могла вызывать закись азота. Также авторы описывают применение ацетаминофена для обезболивания послеоперационного периода. В другом исследовании к схеме с пропофолом и севофлюраном для дополнительного обезболивания добавляли различные способы регионарной анестезии. Пациентам одной из исследуемых групп регионарную аналгезию заменяли на парацетамол. Однако у 20% таких пациентов авторы отмечали недостаточный уровень послеоперационной аналгезии и более продолжительную постнаркозную агитацию [2]. Включение в нашу схему фентанила в качестве анальгезирующего компонента, позволило избежать дополнительного обезболивания в раннем послеоперационном периоде. Также не было необходимости в применении средств, влияющих на моторику кишечника, так как тошнота в раннем постнаркозном периоде отсутствовала у наших пациентов.

В отношении продолжительности общей анестезии при операциях лазерной коррекции зрения у детей литературные данные, которые могли бы быть использованы для сравнения, отсутствуют. Из табл. 2 видно, что при коррекции только 1 глаза достоверно сокращалось и общее время операции с 23,8 (при бинокулярной коррекции) до 18,4 мин. Следовало бы ожидать, что будет уменьшаться и длительность анестезии. Однако, несмотря на имеющуюся тенденцию, статистически достоверного сокращения времени анестезии не происходило, и оно составило в среднем 44,8 и 48,9 мин, соответственно (табл. 2). Объяснение этому факту вытекает, очевидно, из общего времени действия препаратов для анестезии.

Применение ларингеальной маски и искусственной вентиляции лёгких с указанными выше параметрами позволяли обеспечивать адекватный газообмен на протяжении всего вмешательства. Осложнений операционного и раннего послеоперационного периода у наших пациентов не зарегистрировано.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложенная методика является адекватной с точки зрения обеспечения неподвижности глазного яблока и не требует излишнего углубления наркоза, при приемлемом времени общей продолжительности анестезии. Предложенная комбинация препаратов обеспечивает хороший уровень аналгезии как интраоперационно, так и в раннем послеоперационном периоде, что не требует дополнительного обезболивания. Быстрое пробуждение, отсутствие таких осложнений, как тошнота и мышечные боли позволяют безопасно применять данную методику анестезии в амбулаторной офтальмохирургии у детей.

Таблица 5. Удовлетворённость хирургов положением глаза**Table 5.** Surgeons' satisfaction with eye position

Этап операции	Удовлетворённость (М ± σ), баллы
При подготовке левого глаза	9,65±0,166
При подготовке правого глаза	9,5±0,32
При лазерной абляции левого глаза	9,60±0,2
При лазерной абляции правого глаза	9,50±0,234

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Источник финансирования. Статья публикуется без спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии явных и потенциальных конфликтов интересов.

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE. Наибольший вклад распределён следующим образом: Г.Е. Ройтберг, И.Э. Азнаурян — разработка концепции статьи; О.В. Струнин — разработка концепции статьи, написание рукописи; И.В. Смирнов — написание рукописи, статистическая обработка материала; В.О. Баласанян — набор клинического материала; С.Г. Агагулян — набор клинического материала, статистическая обработка материала, написание рукописи; Н.В. Кондратова, В.В. Лазарев — редактирование рукописи.

Этическая экспертиза. Протокол исследования был одобрен локальным этическим комитетом АО «Медицина» (№ 20–1 от 06.10.2016).

ADDITIONAL INFORMATION

Funding source. The publication had no sponsorship.

Competing interests. The authors claim that there is no conflict of interest in the article.

Authors' contribution. All authors confirm compliance of their authorship with the international ICMJE criteria. The largest contribution is distributed as follows: G.E. Roytberg, I.E. Aznauryan — development of the concept of the article; O.V. Strunin — development of the concept of the article, writing the manuscript; I.V. Smirnov — writing the manuscript, statistical processing of the material; V.O. Balasanyan — collection of clinical material; S.G. Agagulyan — collection of clinical material, statistical processing of the material, writing the manuscript; N.V. Kondratova, V.V. Lazarev — manuscript editing.

Ethics approval. The present study protocol was approved by the local Ethics Committee of the JSC "Medicine" (N 20–1 by 06.10.2016).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Yin Z.Q., Wang H., Yu T., et al. Facilitation of amblyopia management by laser in situ keratomileusis in high anisometropic hyperopic and myopic children // *J AAPOS*. 2007. Vol. 11, N 6. P. 571–576. doi: 10.1016/j.jaapos.2007.04.014
2. Коробова Л.С. Анестезиологическое обеспечение оперативных вмешательств в офтальмохирургии у детей: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Москва, 2019. 24 с.
3. Хомер Р., Уолкер И., Белл Г., и др. Интенсивная терапия и анестезия у детей. Практическое руководство. Всемирная федерация обществ анестезиологов, 2017. С. 241–244.

4. Патент РФ на изобретение № 2444342 / 10.03.12 Бюл. № 7. Лауткина Л.Я., Литасова Ю.А., Садрутдинов Р.Ш. Способ проведения рефракционных операций. EDN: ZGHIGT
5. William F.A., Peter T.H., Anna L.E., et al. Photorefractive keratectomy in children // *Cataract Refract Surg*. 2002. Vol. 28, N 6. P. 932–941. doi: 10.1016/s0886-3350(02)01304-4
6. Aldrete J.A. The post-anesthesia recovery score revisited // *J Clin Anesthesia*. 1995. Vol. 7, N 1. P. 89–91. doi: 10.1016/0952-8180(94)00001-k

REFERENCES

1. Yin ZQ, Wang H, Yu T, et al. Facilitation of amblyopia management by laser in situ keratomileusis in high anisometropic hyperopic and myopic children. *J AAPOS*. 2007;11(6):571–576. doi: 10.1016/j.jaapos.2007.04.014
2. Korobova LS. *Anaesthesiological support of surgical interventions in ophthalmosurgery in children* [dissertation abstract]. Moscow, 2019. 24 p. (In Russ.)
3. Homer R, Walker E, Bell G, et al. Intensive care and anaesthesia in children. *A practical guide. World Federation of Societies of Anaesthesiologists*. 2017. P. 241–244. (In Russ.)

4. Patent RUS № 2444342 / 10.03.12. Byul. № 7. Lautkina LYa, Litasova YuA, Sadrutdinov RSh. Method of performing refractive surgery in children. (In Russ.) EDN: ZGHIGT
5. William FA, Peter TH, Anna LE, et al. Photorefractive keratectomy in children. *Cataract Refract Surg*. 2002;28(6):932–941. doi: 10.1016/s0886-3350(02)01304-4
6. Aldrete JA. The post-anesthesia recovery score revisited. *J Clin Anesthesia*. 1995;7(1):89–91. doi: 10.1016/0952-8180(94)00001-k

ОБ АВТОРАХ

* Смирнов Игорь Валерьевич;

адрес: Россия, 125047, Москва, 2-й Тверской-Ямской пер., д. 10;
ORCID: 0000-0002-5348-3400;
eLibrary SPIN: 2224-3530;
e-mail: smirnov@medicina.ru

Ройтберг Григорий Ефимович, д-р мед. наук, профессор;

ORCID: 0000-0003-0514-9114;
eLibrary SPIN: 1032-9122;
e-mail: contact@medicina.ru

AUTHORS' INFO

* Igor V. Smirnov;

address: 10 2nd Tverskoy-Yamskoy lane, 125047 Moscow, Russia;
ORCID: 0000-0002-5348-3400;
eLibrary SPIN: 2224-3530;
e-mail: smirnov@medicina.ru

Grigoriy E. Roitberg, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor;

ORCID: 0000-0003-0514-9114;
eLibrary SPIN: 1032-9122;
e-mail: contact@medicina.ru

Азнаурян Игорь Эрикович, д-р мед. наук, профессор;
ORCID: 0000-0002-4805-0299;
e-mail: aznauryan@prozrenie.ru

Струнин Олег Всеволодович, д-р мед. наук, профессор;
eLibrary SPIN: 4734-0837;
e-mail: struninov@gmail.com

Баласанян Виктория Олеговна, канд. мед. наук;
ORCID: 0000-0002-8340-4531;
e-mail: balasanyan@prozrenie.ru

Агагулян Сатеник Гагиковна;
ORCID: 0000-0003-1289-2117;
e-mail: agagulyan@prozrenie.ru

Кондратова Наталья Владимировна, д-р мед. наук, профессор;
ORCID: 0000-0003-2421-0558;
eLibrary SPIN: 6090-2734;
e-mail: kondratova@medicina.ru

Лазарев Владимир Викторович, д-р мед. наук, профессор;
ORCID: 0000-0001-8417-3555;
eLibrary SPIN: 4414-0677;
e-mail: lazarev_vv@inbox.ru

Igor E. Aznauryan, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor;
ORCID: 0000-0002-4805-0299;
e-mail: aznauryan@prozrenie.ru

Oleg V. Strunin, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor;
eLibrary SPIN: 4734-0837;
e-mail: struninov@gmail.com

Victoria O. Balasanyan, MD, Cand. Sci. (Medicine);
ORCID: 0000-0002-8340-4531;
e-mail: balasanyan@prozrenie.ru

Satenik G. Agagulyan, MD;
ORCID: 0000-0003-1289-2117;
e-mail: agagulyan@prozrenie.ru

Natalia V. Kondratova, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor;
ORCID: 0000-0003-2421-0558;
eLibrary SPIN: 6090-2734;
e-mail: kondratova@medicina.ru

Vladimir V. Lazarev, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor;
ORCID: 0000-0001-8417-3555;
eLibrary SPIN: 4414-0677;
e-mail: lazarev_vv@inbox.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/ps790>

Оценка эффективности нефропротективной стероидной терапии с помощью анализа концентраций новых маркеров почечного повреждения при дистанционной ударно-волновой литотрипсии у детей

С.Н. Зоркин, О.Д. Никулин, Е.Л. Семикина, А.Н. Цыгин, М.А. Сновская, А.М. Милованова, Д.С. Шахновский, Р.Р. Баязитов

Национальный медицинский исследовательский центр здоровья детей, Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. На протяжении нескольких десятилетий дистанционная ударно-волновая литотрипсия является лидирующим методом хирургического лечения конкрементов верхних мочевыводящих путей. Ключевой причиной такого широкого распространения стала минимальная степень инвазии в совокупности с высокой эффективностью. Однако доказано, что исходом каждого сеанса литотрипсии является острое повреждение почек. В настоящий момент нет терапевтической стратегии, направленной на защиту почечной паренхимы от патологического воздействия энергии ударной волны.

Цель. Оценить нефропротективное действие преднизолона на основании анализа динамических концентраций биомаркеров повреждения почек при проведении дистанционной ударно-волновой литотрипсии у детей.

Методы. В исследовании участвовали 108 детей с уролитиазом, каждому из которых был проведён сеанс дистанционной ударно-волновой литотрипсии. Пациентов разделили на 2 группы по 54 участника в каждой. Участников контрольной группы лечили по стандартному протоколу. Участники исследуемой группы помимо традиционной терапии перорально принимали преднизолон в дозе 0,5 мг/кг 1 раз в сут в течение 2 дней до сеанса дистанционной ударно-волновой литотрипсии и за 2 ч до операции. У всех пациентов забирали мочу и кровь: до операции, через 45 мин. и через 24 ч после операции с последующим определением концентрации биомаркеров.

Результаты. Концентрации биомаркеров в моче пациентов исследуемой и контрольной групп различались статистически значимо. Наиболее выраженные изменения отмечены через 45 мин. после операции. У пациентов контрольной группы выявлено статистически значимое повышение концентраций всех исследуемых биомаркеров в моче. У детей исследуемой группы концентрация молекулы повреждения почек-1 не менялась, а концентрации липокалина, ассоциированного с желатиназой нейтрофилов, тканевого ингибитора металлопротеиназы-2 и печёночной формы белка, связывающего жирные кислоты повышались статистически значимо меньше, чем у пациентов контрольной группы. Концентрация интерлейкина 18 в сыворотке крови пациентов контрольной группы повышалась статистически значимо, а у пациентов исследуемой группы — статистически незначимо.

Заключение. Статистически значимое снижение концентраций исследуемых биомаркеров, и, следовательно, степени почечного повреждения в исследуемой группе может стать основанием для назначения глюкокортикоидов в качестве медикаментозного сопровождения при проведении дистанционной ударно-волновой литотрипсии у детей.

Ключевые слова: детская урология; нефрология; мочекаменная болезнь; хирургическое лечение; дистанционная ударно-волновая литотрипсия; биомаркеры повреждения; биомаркеры воспаления.

Как цитировать:

Зоркин С.Н., Никулин О.Д., Семикина Е.Л., Цыгин А.Н., Сновская М.А., Милованова А.М., Шахновский Д.С., Баязитов Р.Р. Оценка эффективности нефропротективной стероидной терапии с помощью анализа концентраций новых маркеров почечного повреждения при дистанционной ударно-волновой литотрипсии у детей // Детская хирургия. 2024. Т. 28. № 2. С. 158–169. DOI: <https://doi.org/10.17816/ps790>

DOI: <https://doi.org/10.17816/ps790>

Assessment of the nephroprotective efficacy of steroid therapy by analyzing concentrations of new markers of the renal damage at the extracorporeal remote shock wave lithotripsy in children

Sergey N. Zorkin, Oleg D. Nikulin, Elena L. Semikina, Alexey N. Tsygin, Marina A. Snovskaya, Anastasia M. Milovanova, Dmitry S. Shakhnovsky, Rimir R. Bayazitov

National Medical Research Center for Children's Health, Moscow, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: for several decades, the remote shock wave lithotripsy was a leading technique for surgical management of concretions in the upper urinary tract. The key reason for its wide spread was minimal invasion combined with high efficiency. However, it has been proven that after each lithotripsy session the acute kidney injury develops. Currently, there is no any curative strategy aimed to protect the renal parenchyma from pathological impacts of shock wave energy.

AIM: to evaluate Prednisolone nephroprotective efficacy after analysing dynamic levels of biomarkers of kidney damage during the remote shock wave lithotripsy in children.

METHODS: 108 children with urolithiasis after a session of remote shock wave lithotripsy were enrolled in the study. All patients were divided into two groups of 54 participants in each. Participants from the control group were treated according to the standard protocol. Participants from the studied group, in addition to the traditional therapy, were prescribed Prednisolone orally at dosage 0.5 mg/kg once a day for 2 days before the session of external shock wave lithotripsy and 2 hours before the surgery. Urine and blood samples were taken from all patients: before surgery, 45 minutes and 24 hours after it. Biomarker concentration was assessed in all samples.

RESULTS: The biomarker concentration in the urine differed statistically significantly in patients of the studied group and of the control one. The most pronounced changes were noted 45 minutes after the surgery. A statistically significant concentration increase of all studied biomarkers was revealed in patients from the control group. In children from the studied group, concentration of kidney damage molecule 1 did not change, and lipocalin concentration associated with neutrophil gelatinase, tissue inhibitor of metalloproteinase 2 and hepatic forms of fatty acid binding protein increased statistically significantly less than in patients of the control group. Interleukin 18 concentration in the blood serum of patients from the control group increased statistically significantly, while in patients from the studied group – statistically insignificantly.

CONCLUSION: A statistically significant decrease in the concentration of studied biomarkers, and, consequently, less degree of renal damage in the studied group, can promote implementation of the glucocorticoid therapy as a medical support during the external shock wave lithotripsy in children.

Keywords: pediatric urology; nephrology; urolithiasis; surgery; external shock wave lithotripsy; biomarkers of damage; biomarkers of inflammation.

To cite this article:

Zorkin SN, Nikulin OD, Semikina EL, Tsygin AN, Snovskaya MA, Milovanova AM, Shakhnovsky DS, Bayazitov RR. Assessment of the nephroprotective efficacy of steroid therapy by analyzing concentrations of new markers of renal damage at the extracorporeal remote shock wave lithotripsy in children. *Russian Journal of Pediatric Surgery*. 2024;28(2):158–169. DOI: <https://doi.org/10.17816/ps790>

ОБОСНОВАНИЕ

Среди множества вариантов хирургического лечения мочекаменной болезни или уролитиаза именно дистанционная ударно-волновая литотрипсия (ДУВЛ) удерживает лидирующую позицию в лечении конкрементов почки и верхних мочевыводящих путей, в том числе у детей. Несмотря на высокую эффективность, самым выгодным преимуществом ДУВЛ является наименьшая инвазивность в сравнении с другими хирургическими методами борьбы с уролитиазом [1, 2].

Однако совокупность энергии первичной ударной волны и формируемое ей кавитационное воздействие не остаются безвредными для паренхимы почки. В результате каждый сеанс ДУВЛ приводит к микроповреждениям паренхимы почки по ишемически-реперфузионному механизму [3–5]. Известно, что последствиями множественных подобных эпизодов могут стать артериальная гипертензия и задержка роста почек у детей [5, 6].

Учитывая это, актуальной задачей является поиск способа достоверного определения степени почечного повреждения при ДУВЛ. Современными и высокочувствительными методами определения функции почек по клубочковой фильтрации является ряд биомаркеров мочи и сыворотки крови: липокалин, ассоциированный с желатиназой нейтрофилов (*neutrophil gelatinase-associated lipocalin*, NGAL), молекула повреждения почек-1 (*kidney injury molecule 1*, KIM-1), тканевой ингибитор металлопротеиназы-2 (*tissue inhibitor of metalloproteinases 2*, TIMP-2), печёночная форма белка, связывающего жирные кислоты (*liver-type fatty acid binding protein*, L-FABP), интерлейкин 18 (*interleukin 18*, IL-18) и др. [6, 7].

Учитывая сложившуюся в современной хирургии тенденцию к стремлению максимально снизить интраоперационное повреждение, помимо поиска наиболее информативного способа оценки степени повреждения почек, индуцированного ДУВЛ, актуальной проблемой является оптимизация метода ДУВЛ путём модификации подходов по назначению медикаментозной терапии, направленной на снижение степени повреждения почечной паренхимы. На сегодня количество исследований, изучающих способы защиты почек при ударно-волновой литотрипсии в детской практике ограничено, что подчёркивает необходимость поиска новых терапевтических стратегий для защиты почечной ткани.

Учитывая это, мы провели поиск возможных способов терапии для предотвращения или уменьшения степени выраженности этого повреждения, в результате которого глюкокортикоиды, в частности преднизолон, зарекомендовали себя как наиболее перспективная группа лекарственных препаратов. В текущем исследовании проведена оценка эффективности преднизолона в отношении снижения последствий микроповреждений почки, индуцированных ДУВЛ.

ЦЕЛЬ

Оценка нефропротективной эффективности преднизолона на основании анализа динамики концентраций биомаркеров повреждения почек при проведении ДУВЛ у детей.

МЕТОДЫ

Дизайн исследования

Проведено интервенционное одноцентровое выборочное контролируемое неослепленное нерандомизированное исследование.

Критерии соответствия

Критерии включения: наличие диагноза «уролитиаз», подтверждённого в соответствии с принятыми стандартами диагностики; возраст от 2 до 18 лет, размер конкремента от 5 до 20 мм, плотность конкремента до 1500 HU, односторонняя локализация конкремента, подписанное законными представителями пациента и самим пациентом при достижении 15 лет информированное согласие на обследование, лечение, участие в исследовании, использование медицинских данных в научных целях и публикацию медицинских данных в обезличенной форме.

Критерии неключения: наличие сопутствующей урологической патологии, наличие сопутствующей хронической болезни почек 2 стадии и выше, наличие сопутствующего инфекционно-воспалительного процесса, отказ от участия в исследовании

Условия проведения

В исследование включено 108 детей (52 девочки, 56 мальчиков) в возрасте от 12 мес. до 17 лет 10 мес. Исследование проведено среди детей, находившихся на лечении в отделении урологии с группами репродуктологии и трансплантации ФГАУ «Национального медицинского исследовательского центра здоровья детей» Минздрава России.

Продолжительность исследования: с декабря 2021 по октябрь 2023 г.

Описание медицинского вмешательства

В ходе исследования осуществлён анализ историй болезни, результатов инструментальных и лабораторных исследований пациентов, которым в рамках стандартного протокола лечения и в соответствии с рекомендациями Минздрава Российской Федерации проведён сеанс ДУВЛ с помощью литотриптера Dornier Compact Sigma. Визуализация обеспечивалась ультразвуковой навигацией.

Участников исследования разделили на 2 группы по 54 пациента в каждой. В 1 (контрольную) группу

вошли дети, которых лечили по стандартному протоколу, заключающемуся в инфузионной поддержке с гидратационной целью и антибактериальной терапии с учётом культурального анализа мочи при необходимости санации мочевыводящих путей. Во 2 (исследуемую) группу вошли дети, помимо традиционной терапии перорально принимавшие преднизолон в дозе 0,5 мг/кг 1 раз в сут в течение 2 дней до сеанса ДУВЛ и за 2 ч до операции.

Всем пациентам обеих групп после введения в медикаментозный сон устанавливался периферический венозный катетер. Взятие образца крови из венозного катетера осуществлялось до проведения сеанса ДУВЛ, через 45 мин. после сеанса и через 24 ч после операции.

Для сбора образцов крови использовали вакуумные контейнеры, содержащие дикалиевую этилендиаминетрауксусную кислоту. Образцы центрифугировали со скоростью 2000 оборотов в мин. в течение 10 мин. Полученные образцы сыворотки крови аликвотировали и хранили при температуре -80°C до момента анализа.

Всем пациентам был установлен уретральный катетер Фолея. Первый образец мочи был отобран непосредственно перед ДУВЛ. Через 45 мин. после ДУВЛ отбирался второй образец мочи с последующим удалением катетера. Следующий забор биоматериала выполнялся через 24 ч после операции посредством самостоятельной микции. Полученные образцы мочи центрифугировали 10 мин. со скоростью 2000 оборотов в мин., аликвотировали и хранили при температуре -80°C до момента анализа.

Основной исход исследования: выздоровление (отхождение конкрементов).

Методы регистрации исходов

Исследование лабораторных показателей проводилось методом иммуноферментного анализа. В сыворотке крови определяли концентрацию IL-18 (Вектор-Бест, Россия). В моче определяли концентрации KIM-1 и TIMP-2 количественным сэндвич-методом (R&D Systems, США), концентрацию L-FABP количественным сэндвич-методом (Hycult Biotech, Нидерланды и Elabscience Bionovation Inc., США), концентрацию NGAL иммунохимическим методом на автоматическом анализаторе Architect i1000sr (Abbott, США).

Статистический анализ

Статистический анализ проводили с использованием программы StatTech v. 3.1.10 (ООО «Статтех», Россия). Количественные показатели оценивались на предмет соответствия нормальному распределению с помощью критерия Шапиро–Уилка (при числе исследуемых менее 50) или критерия Колмогорова–Смирнова (при числе исследуемых более 50). В случае отсутствия нормального распределения количественные данные описывались с помощью медианы (*Me*) и нижнего

и верхнего квартилей (Q_1 – Q_3). Сравнение двух групп по количественному показателю, распределение которого отличалось от нормального, выполнялось с помощью *U*-критерия Манна–Уитни. При сравнении трех и более зависимых совокупностей, распределение которых отличалось от нормального, использовался непараметрический критерий Фридмана с апостериорными сравнениями с помощью критерия Коновера–Имана с поправкой Холма.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Липокалин, ассоциированный с желатиной нейтрофилов

Предоперационные концентрации NGAL в моче статистически значимо не отличались между пациентами контрольной и исследуемой групп — 32,1 нг/мл (11,5–89,7) и 23,8 нг/мл (12,9–60,1) соответственно ($p=0,269$) (рис. 1). *Me* концентраций NGAL в контрольной группе увеличилась примерно в 1,5 раза и составила 48,3 нг/мл (24,5–117,0) через 45 мин. после операции, тогда как в исследуемой группе выросла только на $\frac{1}{5}$, составив 28,4 нг/мл (16,0–71,8). При этом отмечена статистически значимая разница концентраций NGAL между пациентами контрольной и исследуемой групп ($p=0,044$). У пациентов обеих групп *Me* концентраций NGAL через 24 ч была ниже базального значения: 21,5 нг/мл (8,0–74,1) в 1 группе и 18,6 нг/мл (9,0–36,2) во 2 группе ($p=0,291$). Анализ динамики концентрации NGAL на 45 мин. после литотрипсии и через 24 ч показал, что изменения концентраций NGAL в обеих группах были статистически значимы ($p=0,026$ для контрольной группы и $p=0,002$ для исследуемой).

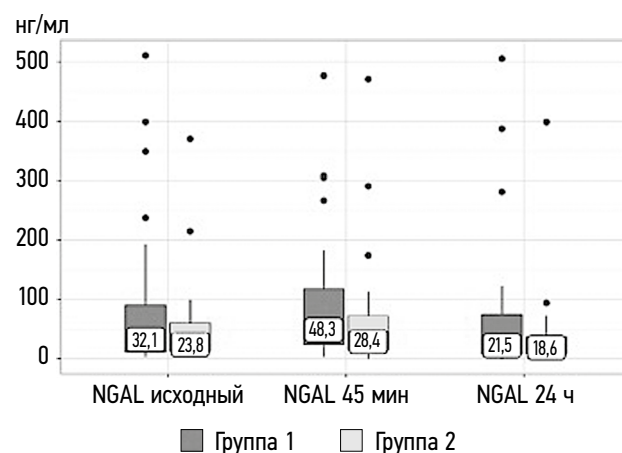


Рис. 1. Влияние дистанционной ударно-волновой литотрипсии на концентрацию липокалина, ассоциированного с желатиной нейтрофилов, в моче: NGAL — липокалин, ассоциированный с желатиной нейтрофилов.

Fig. 1. The effect of extracorporeal shock wave lithotripsy on the urine neutrophil gelatinase-associated lipocalin concentration: NGAL — neutrophil gelatinase-associated lipocalin.

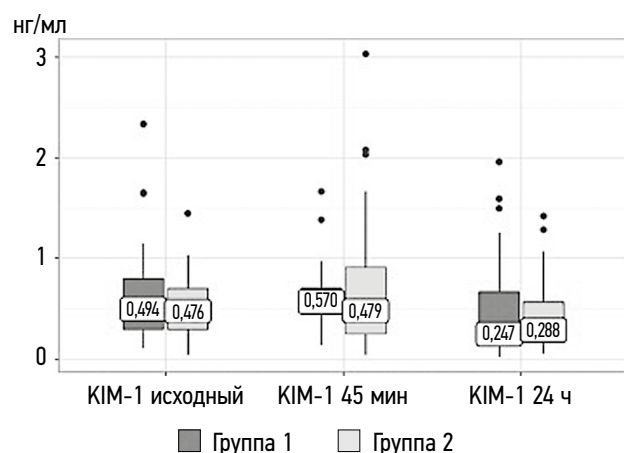


Рис. 2. Влияние дистанционной ударно-волновой литотрипсии на концентрацию молекулы повреждения почек-1 в моче: КИМ-1 — молекула повреждения почек-1.

Fig. 2. The effect of extracorporeal shock wave lithotripsy on the urine kidney injury molecule 1 concentration: KIM-1 — kidney injury molecule 1.

Молекула повреждения почек-1

Концентрации КИМ-1 в моче до операции между пациентами обеих групп различались статистически незначимо — 0,494 нг/мл (0,299–0,796) в 1 группе и 0,476 нг/мл (0,297–0,7) во 2 группе ($p=0,614$) (рис. 2). Через 45 мин. после операции *Ме* концентраций КИМ-1 у пациентов 1 группы повысилась до 0,570 нг/мл (0,445–0,703) ($p < 0,001$), тогда как во 2 группе практически не изменилась — 0,479 нг/мл (0,249–0,909) ($p=0,334$). Через 24 ч после операции концентраций КИМ-1 были значимо ниже дооперационных концентрации у пациентов обеих групп и составили 0,247 нг/мл (0,181–0,667) ($p < 0,001$) в контрольной группе и 0,288 нг/мл (0,177–0,564) ($p=0,448$) в исследуемой группе. Разница концентраций между группами была статистически незначимой ($p=0,818$).

Тканевой ингибитор металлопротеиназы-2

Анализ дооперационных концентраций TIMP-2 не выявил статистически значимых различий между пациентами 1 и 2 групп: *Ме* концентраций составили 5,244 нг/мл (2,960–7,907) и 5,098 нг/мл (2,956–8,917) соответственно ($p=0,912$) (рис. 3). Через 45 мин. после ДУВЛ в контрольной группе зафиксировано увеличение концентрации более чем в 2 раза — до 12,304 нг/мл (9,232–20,224), ($p < 0,001$), в то время как в исследуемой группе отмечалось слабое нарастание концентрации маркера — 6,749 нг/мл (5,225–12,129) ($p < 0,001$). При этом у пациентов контрольной группы отмечены статистически значимо более высокие концентрации TIMP-2 по сравнению с пациентами исследуемой группы ($p < 0,001$). Через 24 ч после операции концентрации TIMP 2 у пациентов обеих групп были ниже базальной концентрации: 2,661 нг/мл (1,244–3,908) ($p < 0,001$) в 1 группе и 2,604 нг/мл (1,154–5,651) ($p < 0,001$) в 2 группе.

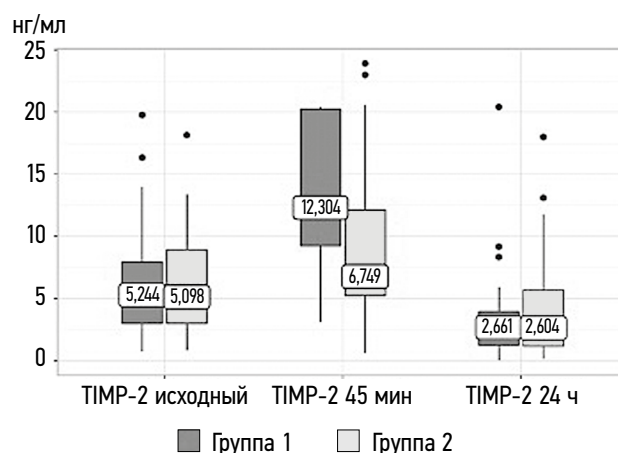


Рис. 3. Влияние дистанционной ударно-волновой литотрипсии на концентрацию тканевого ингибитора металлопротеиназы-2 в моче: TIMP-2 — тканевой ингибитор металлопротеиназы-2.

Fig. 3. The effect of extracorporeal shock wave lithotripsy on the urine tissue inhibitor of metalloproteinases 2 concentration: TIMP-2 — tissue inhibitor of metalloproteinases 2.

Печёночная форма белка, связывающего жирные кислоты

Концентрации L-FABP в моче пациентов 1 группы в ходе исследования изменялись следующим образом: до ДУВЛ *Ме* концентраций составляла 3,67 нг/мл (2,45–6,68), через 45 мин. после операции — 9,68 нг/мл (0,00–17,60), через 24 ч после операции — 2,92 нг/мл (1,99–6,82). У пациентов 2 группы до операции *Ме* концентраций L-FABP составляла 15,86 нг/мл (5,21–26,67), через 45 мин. и 24 ч после операции — 18,49 нг/мл (5,80–29,73) и 6,15 нг/мл (2,68–10,76) соответственно. Динамика концентраций у пациентов обеих групп была статистически значима: $p=0,003$ в 1 группе и $p=0,015$ во 2 группе (рис. 4).

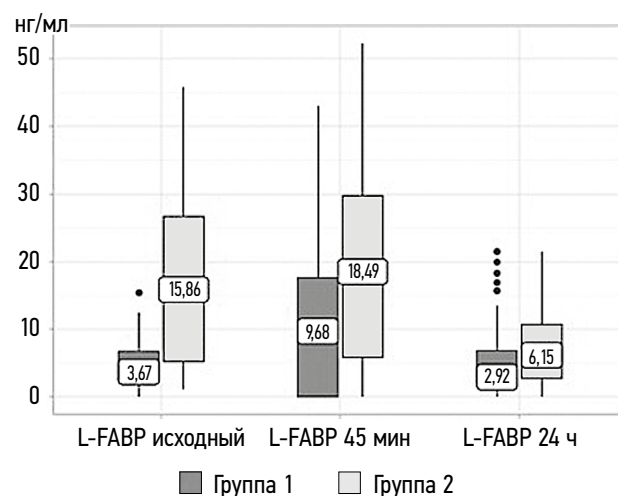


Рис. 4. Влияние дистанционной ударно-волновой литотрипсии на концентрацию печёночной формы белка, связывающего жирные кислоты, в моче: L-FABP — печёночная форма белка, связывающего жирные кислоты.

Fig. 4. The effect of extracorporeal shock wave lithotripsy on the urine liver-type fatty acid binding protein concentration: L-FABP — liver-type fatty acid binding protein.

Концентрации L-FABP измеряли разными тест-системами, поэтому сравнение значений между группами по абсолютным величинам не представляется возможным, однако в процентном соотношении рост через 45 мин. после операции в контрольной группе составил 163%, а в исследуемой группе — 16,6%.

Интерлейкин 18

Предоперационные концентрации IL-18 в сыворотке крови различались между группами статистически незначимо: в контрольной — 148,52 пг/мл (110,7–233,9), в исследуемой — 125,56 пг/мл (89,87–187,47) ($p=0,057$) (рис. 5). Через 45 мин. после операции *Me* концентраций IL-18 составила 161,74 пг/мл (98,25–205,82) в 1 группе и 127,52 пг/мл (83,27–173,95) во 2 группе. Через 24 ч после ДУВЛ *Me* концентраций достигла 164,68 пг/мл (113,73–217,08) в 1 группе и 130,27 пг/мл (89,69–186,14) во 2 группе.

ОБСУЖДЕНИЕ

Ударно-волновая литотрипсия является достаточно малоинвазивной процедурой, с чем связано её большое распространение в мире, однако многочисленные клинические и экспериментальные исследования доказали возникновение сопутствующего микроповреждения почек, которое формируется за счёт вазоконстрикции и разрыва сосудов микроциркуляторного русла [5, 8].

Оценка выраженности острого повреждения почек (ОПП) в настоящее время основывается на повышении концентрации креатинина в сыворотке крови и/или снижении диуреза [9]. При этом, для обоснования ОПП необходимо повышение концентрации креатинина в сыворотке крови не менее, чем в 1,5–1,9 раз или на 26,5 мкмоль/л (стадия 1 по KDIGO) или снижение расчётной скорости клубочковой фильтрации более чем на 25% (стадия R

по RIFLE). Для реализации этих критериев необходимо поражение более 50% нефронов [10, 11].

В случае вовлечения менее 50% нефронов концентрация креатинина будет нечувствительным показателем, однако ряд современных альтернативных показателей поражения почек способны помочь выявить изменения. Повреждение почек, выявленное с помощью новых маркеров, является более широким понятием, нежели повреждение, выявленное на основании изменений концентраций сывороточного креатинина, и может быть описано как субклиническое ОПП [12]. Примечательно, что ни одно устоявшееся определение ОПП не основано на новых маркерах. Тем не менее в исследовании D. Szumilas и соавт. удвоение одного, двух или даже трех маркеров не было связано с увеличением концентрации креатинина в сыворотке крови. При введении йодконтрастных препаратов также чаще отмечается повышение новых биомаркеров, чем развитие явного ОПП [13–15].

При повреждении, индуцированном ДУВЛ, значения азотемии редко выходят за обозначенные концентрации, следовательно, формально диагноз ОПП неправомерен, однако говорить о субклиническом повреждении почек следует [16]. Отсутствие значимой динамики азотемии и темпа диуреза при ДУВЛ объясняется наличием функционального почечного резерва той части паренхимы, которая находится в отдалении от конкремента. Однако это не исключает клинически значимых последствий неоднократных сеансов ДУВЛ (в крайних вариантах — снижения функции почек по клубочковой фильтрации и формирование хронической болезни почек 2–4 стадии) [3].

В нашем предыдущем исследовании мы изучили роль ряда биомаркеров мочи и сыворотки крови, которые можно использовать для определения степени ОПП разной этиологии, выявили наиболее перспективные в отношении определения повреждения почек, индуцированного ДУВЛ [17]. В их число вошли NGAL [6, 18, 19], KIM-1 [20, 21], L-FABP [22, 23], провоспалительный цитокин IL-18 [24, 25] и маркер остановки клеточного цикла TIMP-2 [26–29]. Концентрация каждого биомаркера статистически значимо возрастала в ответ на сеанс ДУВЛ. Этим мы подтвердили, что итогом каждого сеанса ДУВЛ является субклиническое микроповреждение почечной паренхимы.

При рецидивирующем конкрементообразовании, в том числе при ряде наследственных заболеваний (первичная гипероксалурия — гены *AGXT*, *GRHPR*, *HOGA1*, инфантильная гиперкальциемия — ген *CYP24A1*), количество литотрипсий может достигать десятков, что способствует снижению функции почек по клубочковой фильтрации и уменьшает почечную выживаемость.

На данный момент в отечественных и зарубежных клинических рекомендациях не предложено медикаментозное сопровождение ДУВЛ, направленное на снижение деструктивного воздействия энергии ударной волны, в связи с чем актуальность поиска подобной терапии не вызывает сомнений.

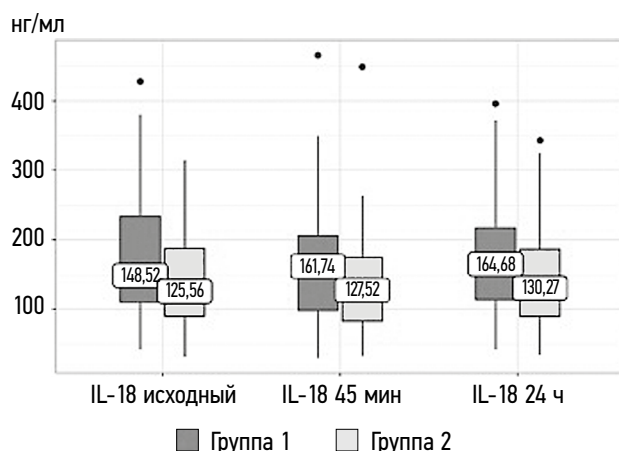


Рис. 5. Влияние дистанционной ударно-волновой литотрипсии на концентрацию интерлейкина 18 в сыворотке крови: IL-18 — интерлейкин 18.

Fig. 5. The effect of extracorporeal shock wave lithotripsy on the serum interleukin 18 concentration: IL-18 — interleukin 18.

К сожалению, количество работ, касающиеся нефропротективной тактики при ДУВЛ ограничены. Так, в исследованиях М.Е. Danisoglu и соавт. и G. Ozmerdiven и соавт. тадалафил, относящийся к обратимым селективным ингибиторам специфической фосфодиэстеразы 5 типа и разработанный в качестве вазоактивного препарата для лечения эректильной дисфункции, показал эффективность в отношении уменьшения степени выраженности ишемического почечного повреждения при ДУВЛ на подопытных крысах [30–33].

Н.К. Park и соавт. в эксперименте на мышах получили уменьшение степени ОПП при введении целексига, относящегося к группе нестероидных противовоспалительных средств — ингибиторы циклооксигеназы-2 [34].

В клинических исследованиях описано нефропротективное действие таких антиоксидантов, как N-ацетилцистеин, витаминов С и Е. По мнению авторов, приём антиоксидантов приводит к снижению сыровоточных концентраций маркеров почечного повреждения за счёт удаления свободных радикалов из почечной ткани. Однако, несмотря на спорадические незначительные положительные эффекты N-ацетил-L-цистеина, витамина С и статинов, в настоящее время не существует хорошо зарекомендовавшего себя фармакологического профилактического подхода для предотвращения развития ОПП различной этиологии [35].

Учитывая низкую разработанность темы и отсутствие единых алгоритмов нефропротективной терапии при ДУВЛ, мы прибегли к поиску способов профилактики ОПП.

Наибольшее количество опубликованных исследований о различных терапевтических стратегиях касаются повреждения почек, вызванного сепсисом, контрастом или медикаментами [36–38]. В качестве потенциальных линий терапии рассмотрены сосудорасширяющие, противовоспалительные средства, ингибиторы апоптоза и антиоксиданты, однако их эффективность в отношении «восстановления» функции почечной паренхимы невелика, а положительные результаты в виде снижения азотемии обусловлены устранением причины (отменой нефротоксичных препаратов, выведением контраста, нормализацией гемодинамики). При ДУВЛ невозможно «отменить» причину, а бороться с последствиями приходится нефрологам спустя длительное время.

Одной из групп препаратов, широко используемой при остром ишемическом повреждении почек, являются глюкокортикоиды, препятствующие формированию стойких тубулоинтерстициальных изменений [39–41]. Эффект данной терапии основан на уменьшении инфильтрации интерстиция макрофагами и лимфоцитами, стимулирующими фиброзирование [42].

В ряде работ авторы исследовали роль дексаметазона в профилактике ОПП на фоне сепсиса. По их мнению, эффект защиты органов, вызванный дексаметазоном был связан с уменьшением повреждения митохондрий при сохранении цитохромоксидазы, подавлении

проапоптотических белков и снижением высвобождения цитокинов. Авторы приходили к выводу, что глюкокортикоиды могут быть полезной терапевтической стратегией при септическом ОПП [38, 43]. К схожему заключению приходили и авторы, исследовавшие снижение рисков возникновения ОПП при терапии колистином [37].

Влияние стероидов на клинические проявления ОПП до сих пор анализировалось главным образом в условиях коронарной хирургии. У этих пациентов ОПП было идентифицировано как серьёзное медицинское осложнение, которое, по-видимому, связано с повышенной послеоперационной смертностью. Было продемонстрировано, что стероиды способны уменьшить общий постинтервенционный ранний воспалительный процесс в условиях сердечного шунтирования, что измеряется проницаемостью капилляров, последующим образованием отёка, миграцией лейкоцитов и экспрессией провоспалительных цитокинов (выраженность синдрома капиллярной утечки) [44–46]. U.P. Schutt и соавт., применявшие однократное внутривенное введение метилпреднизолона до хирургического вмешательства, не смогли обнаружить позитивного влияния. Однако R.P. Whitlock и соавт., использующие метилпреднизолон интраоперационно, и F. Weis и соавт., анализирующие эффект введения стрессовых доз гидрокортизона после операции на сердце у пациентов из группы высокого риска, смогли продемонстрировать лучшие результаты за счёт ослабления системной воспалительной реакции [47–49].

Хочется отметить, что большинство предыдущих исследований *in vivo* были сосредоточены на временном интервале 24–48 ч после индукции ОПП. Данные же о более ранних сроках с возникновения ОПП крайне малочисленны [50–52].

В рамках нашего исследования мы остановили свой выбор на преднизолоне ввиду доступности пероральных форм, возможности применения в детском возрасте, и высокой эффективности в отношении макрофагальной инфильтрации интерстиция почечной ткани.

Проанализировав результаты исследования биомаркеров повреждения паренхимы почек, мы отметили статистически значимую разницу в динамике концентраций исследуемых биомаркеров. Наиболее выраженные изменения мы отметили через 45 мин. после операции. У пациентов контрольной группы выявлено статистически значимое повышение концентраций биомаркеров в моче. У детей исследуемой группы концентрации KIM-1 и L-FABP не менялись, а концентрации NGAL и TIMP-2 повышались незначительно, что было статистически значимо ниже концентраций этих показателей в контрольной группе. Таким образом, у пациентов, получавших преднизолон, рост биомаркеров повреждения почек был менее выражен.

Анализируя изменение концентрации провоспалительного цитокина IL-18 в сыворотке крови, мы отметили, что значимое повышение произошло только у пациентов

контрольной группы через 24 ч после операции, а у пациентов исследуемой группы концентрация изменялась статистически незначимо, что свидетельствует об уменьшении воспалительных изменений на фоне терапии после сеанса ДУВЛ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, концентрации всех исследуемых биомаркеров мочи и сыворотки крови, были статистически значимо ниже у пациентов, получавших преднизолон, что может быть основанием для назначения глюкокортикоидов в качестве медикаментозного сопровождения ДУВЛ у детей.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Источник финансирования. Статья публикуется без спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии явных и потенциальных конфликтов интересов.

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE. Наибольший вклад распределён следующим образом: С.Н. Зоркин — концепция исследования, научное консультирование, редактирование статьи; О.Д. Никулин — концепция исследования, сбор фактического материала, статистический анализ данных исследования, написание текста; Е.Л. Семикина — научное консультирование, редактирование статьи; А.Н. Цыгин — концепция исследования, научное консультирование, редактирование статьи; М.А. Сновская — проведение лабораторного этапа

исследования, консультирование по вопросам лабораторной диагностики; М.А. Милованова — научное консультирование; Д.С. Шахновский — сбор фактического материала; Р.Р. Баязитов — статистическая обработка полученных данных, сбор фактического материала.

Этическая экспертиза. Протокол исследования был одобрен локальным этическим комитетом ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр здоровья детей» МЗ РФ (№ 11 от 25.11.2021).

ADDITIONAL INFORMATION

Funding source. The publication had no sponsorship.

Competing interests. The authors claim that there is no conflict of interest in the article.

Authors' contribution. All authors confirm compliance of their authorship with the international ICMJE criteria. The largest contribution is distributed as follows: S.N. Zorkin — research concept, scientific consulting, editing the article; O.D. Nikulin — research concept, collection of factual material, statistical analysis of research data, writing the text; E.L. Semikina — scientific consulting, editing the article; A.N. Tsygin — scientific consulting research concept, editing the article; M.A. Snovskaya — conducting the laboratory stage of the study, consulting on laboratory diagnostics; M.A. Milovanova — scientific consulting; D.S. Shakhnovsky — collecting factual material; R.R. Bayazitov — statistical processing of the received data, collection of factual material.

Ethics approval. The present study protocol was approved by the local Ethics Committee of the Federal State Autonomous Institution "National Medical Research Center for Children's Health" of the Ministry of Health of the Russian Federation (N 11 by 25.11.2021).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Talso M., Tefik T., Mantica G., et al. Extracorporeal shockwave lithotripsy: Current knowledge and future perspectives // *Minerva Urol Nefrol.* 2019. Vol. 71, N 4. P. 365–372. doi: 10.23736/S0393-2249.19.03415-5
2. Зоркин С.Н., Никулин О.Д., Шахновский Д.С. Дистанционная ударно-волновая литотрипсия в лечении мочекаменной болезни у детей: виды и возможности // *Детская хирургия. Журнал им. Ю.Ф. Исакова.* 2022. Т. 26, № 6. С. 321–326. EDN: IYZCXD doi: 10.55308/1560-9510-2022-26-6-321-326
3. Hughes S.F., Jones N., Thomas-Wright S.J., et al. Shock wave lithotripsy, for the treatment of kidney stones, results in changes to routine blood tests and novel biomarkers: A prospective clinical pilot-study // *Eur J Med Res.* 2020. Vol. 25, N 1. P. 18. doi: 10.1186/s40001-020-00417-2
4. Milišić E., Alić J., Zvizdić Z., et al. Urinary neutrophil gelatinase-associated lipocalin level as a biomarker of acute kidney injury following extracorporeal shock wave lithotripsy // *Cent Eur J Urol.* 2021. Vol. 74, N 4. P. 579–587. EDN: DPGUHH doi: 10.5173/cej.2021.0174
5. Назаров Т.Х., Комяков Б.К., Рычков И.В., и др. Роль маркеров острого повреждения почек при проведении литотрипсии конкрементов высокой плотности // *Урология.* 2019. № 1. С. 23–27. EDN: FKKLMM doi: 10.18565/urology.2019.1.23-27
6. Wołyniec W., Ratkowski W., Renke J., Renke M. Changes in novel AKI biomarkers after Exercise. A systematic review // *Int J Mol Sci.* 2020. Vol. 21, N 16. P. 5673. EDN: VGZRZK doi: 10.3390/ijms21165673
7. Казаченко А.В., Войтко Д.А., Просяников М.Ю., и др. Современные маркеры определения функциональной способности почек в урологической практике // *Экспериментальная и клиническая урология.* 2023. Т. 16, № 1. С. 174–187. EDN: GPAHOJ doi: 10.29188/2222-8543-2023-16-1-174-187
8. Clark D.L., Connors B.A., Evan A.P., et al. Localization of renal oxidative stress and inflammatory response after lithotripsy // *BJU Int.* 2009. Vol. 103, N 11. P. 1562–1568. doi: 10.1111/j.1464-410X.2008.08260.x
9. Leedahl D.D., Frazee E.N., Schramm G.E., et al. Derivation of urine output thresholds that identify a very high risk of AKI in patients with septic shock // *Clin J Am Soc Nephrol.* 2014. Vol. 9, N 7. P. 1168–1174. doi: 10.2215/CJN.09360913
10. Sharma A., Mucino M.J., Ronco C. Renal functional reserve and renal recovery after acute kidney injury // *Nephron Clin Pract.* 2014. Vol. 127, N 1-4. P. 94–100. doi: 10.1159/000363721
11. Ronco C., Bellomo R., Kellum J. Understanding renal functional reserve // *Int Care Med.* 2017. Vol. 43, N 6. P. 917–920. EDN: NBAHCO doi: 10.1007/s00134-017-4691-6
12. Szumilas D., Owczarek A.J., Brzozowska A., et al. The value of urinary NGAL, KIM-1, and IL-18 measurements in the early detection of kidney injury in oncologic patients treated with cisplatin-based chemotherapy // *Int J Mol Sci.* 2024. Vol. 25, N 2. P. 1074. doi: 10.3390/ijms25021074

13. Spasojević-Dimitrijeva B., Kotur-Stevuljević J., Dukić M., et al. Serum neutrophil gelatinase-associated lipocalin and urinary kidney injury molecule-1 as potential biomarkers of subclinical nephrotoxicity after gadolinium-based and iodinated-based contrast media exposure in pediatric patients with normal kidney function // *Med Sci Monit*. 2017. N 23. P. 4299–4305. doi: 10.12659/msm.903255
14. Breglia A., Godi I., Virzi G.M., et al. Subclinical contrast-induced acute kidney injury in patients undergoing cerebral computed tomography // *Cardiorenal Med*. 2020. Vol. 10, N 2. P. 125–136. doi: 10.1159/000505422
15. Scridon A., Somkereki C., Nicoară T.R., et al. Neutrophil gelatinase-associated lipocalin monitoring reveals persistent subclinical kidney injury following intraarterial administration of iodinated contrast agents // *Sci Rep*. 2022. Vol. 12, N 1. P. 19464. EDN: UALKHC doi: 10.1038/s41598-022-24169-7
16. Dalton R.N. Serum creatinine and glomerular filtration rate: Perception and reality // *Clin Chem*. 2010. Vol. 56, N 5. P. 687–689. doi: 10.1373/clinchem.2010.144261
17. Никулин О.Д., Зоркин С.Н., Семикина Е.Л., и др. Биомаркеры острого повреждения почек при дистанционной ударно-волновой литотрипсии у детей // *Педиатрия им. Г.Н. Сперанского*. 2023. Т. 102, № 5. С. 181–190. doi: 10.24110/0031-403X-2023-102-5-181-190
18. Yuan S.M. Acute kidney injury after cardiac surgery: Risk factors and novel biomarkers // *Braz J Cardiovasc Surg*. 2019. Vol. 34, N 3. P. 352–360. doi: 10.21470/1678-9741-2018-0212
19. Zhang Y.L., Qiao S.K., Wang R.Y., Guo X.N. NGAL attenuates renal ischemia/reperfusion injury through autophagy activation and apoptosis inhibition in rats // *Chem Biol Interact*. 2018. N 289. P. 40–46. doi: 10.1016/j.cbi.2018.04.018
20. Kachko A., Costafreda M.I., Zubkova I., et al. Determinants in the Ig variable domain of human HAVCR1 (TIM-1) are required to enhance hepatitis C virus entry // *J Virol*. 2018. Vol. 92, N 6. P. e01742-17. EDN: YFLEPB doi: 10.1128/JVI.01742-17
21. Мирошкина И.В., Грицкевич А.А., Байтман Т.П., и др. Роль маркеров острого повреждения почки в оценке функции почки при ее ишемии // *Экспериментальная и клиническая урология*. 2018. № 4. С. 114–121. EDN: VRTKPJ
22. Yamamoto T., Noiri E., Ono Y., et al. Renal L-type fatty acid-binding protein in acute ischemic injury // *J Am Society Nephrol*. 2007. Vol. 18, N 11. P. 2894–2902. doi: 10.1681/ASN.2007010097
23. Schrezenmeier E.V., Barasch J., Budde K., et al. Biomarkers in acute kidney injury: Pathophysiological basis and clinical performance // *Acta Physiologica*. 2017. Vol. 219, N 3. P. 554–572. EDN: YVTLYF doi: 10.1111/apha.12764
24. Lin X., Yuan J., Zhao Y., Zha Y. Urine interleukin-18 in prediction of acute kidney injury: A systemic review and meta-analysis // *J Nephrol*. 2015. Vol. 28, N 1. P. 7–16. EDN: YZOJLD doi: 10.1007/s40620-014-0113-9
25. Wang S., Zhang Z., Wang J., Miao H. MiR-107 induces TNF- α secretion in endothelial cells causing tubular cell injury in patients with septic acute kidney injury // *Biochem Biophys Res Commun*. 2017. Vol. 483, N 1. P. 45–51. doi: 10.1016/j.bbrc.2017.01.013
26. Fagerberg L., Hallström B.M., Oksvold P., et al. Analysis of the human tissue-specific expression by genome-wide integration of transcriptomics and antibody-based proteomics // *Mol Cell Proteomics*. 2014. Vol. 13, N 2. P. 397–406. EDN: MTOMUS doi: 10.1074/mcp.M113.035600
27. Ortega L.M., Heung M. The use of cell cycle arrest biomarkers in the early detection of acute kidney injury. Is this the new renal troponin? // *Nefrologia*. 2018. Vol. 38, N 4. P. 361–367. doi: 10.1016/j.nefro.2017.11.013
28. Emlet D.R., Pastor-Soler N., Marciszyn A., et al. Insulin-like growth factor binding protein 7 and tissue inhibitor of metalloproteinases-2: Differential expression and secretion in human kidney tubule cells // *Am J Physiol Renal Physiol*. 2017. Vol. 312, N 2. P. F284–296. EDN: YXCIST doi: 10.1152/ajprenal.00271.2016
29. Johnson A.C., Zager R.A. Mechanisms underlying increased TIMP2 and IGFBP7 urinary excretion in experimental AKI // *J Am Society Nephrol*. 2018. Vol. 29, N 8. P. 2157–2167. doi: 10.1681/ASN.2018030265
30. Guzeloglu M., Yalcinkaya F., Atmaca S., et al. The beneficial effects of tadalafil on renal ischemia-reperfusion injury in rats // *Urol Int*. 2011. Vol. 86, N 2. P. 197–203. doi: 10.1159/000321927
31. Gasanov F., Aytac B., Vuruskan H. The effects of tadalafil on renal ischemia reperfusion injury: An experimental study // *Bosn J Basic Med Sci*. 2011. Vol. 11, N 3. P. 158–162. doi: 10.17305/bjbm.2011.2567
32. Danisoglu M.E., Aytac B., Kilicaslan H., et al. Reduction of shock wave lithotripsy-induced renal tubular injury by tadalafil // *Bratislava Med J*. 2013. Vol. 114, N 11. P. 616–620. doi: 10.4149/BLL_2013_131
33. Ozmerdiven G., Vuruskan B.A., Kaygisiz O., Vuruskan H. Protective effects of diltiazem and tadalafil on shock wave-induced kidney injury in rats // *Bratislava Med J*. 2017. Vol. 118, N 4. P. 228–232. doi: 10.4149/BLL_2017_045
34. Park H.K., Lee H.W., Lee K.S., et al. Preventive effects of COX-2 inhibitor, celecoxib on renal tubular injury induced by shock wave lithotripter // *Urol Res*. 2010. Vol. 38, N 4. P. 223–228. doi: 10.1007/s00240-009-0243-z
35. Al-Awadi K.A., Kehinde E.O., Loutfi I., et al. Treatment of renal calculi by lithotripsy: Minimizing short-term shock wave induced renal damage by using antioxidants // *Urol Res*. 2008. Vol. 36, N 1. P. 51–60. doi: 10.1007/s00240-007-0126-0
36. Armaly Z., Artol S., Jabbour A.R., et al. Impact of pretreatment with carnitine and tadalafil on contrast-induced nephropathy in CKD patients // *Ren Fail*. 2019. Vol. 41, N 1. P. 976–986. doi: 10.1080/0886022X.2019.1669459
37. Heybeli C., Canaslan K., Oktan M.A., et al. Acute kidney injury following colistin treatment in critically-ill patients: May glucocorticoids protect? // *J Chemotherapy*. 2021. Vol. 33, N 2. P. 85–94. doi: 10.1080/1120009X.2020.1770027
38. Ying P., Yang C., Wu X., et al. Effect of hydrocortisone on the 28-day mortality of patients with septic acute kidney injury // *Ren Fail*. 2019. Vol. 41, N 1. P. 794–799. doi: 10.1080/0886022X.2019.1658605
39. González E., Gutiérrez E., Galeano C., et al. Early steroid treatment improves the recovery of renal function in patients with drug-induced acute interstitial nephritis // *Kidney Int*. 2008. Vol. 73, N 8. P. 940–946. doi: 10.1038/sj.ki.5002776
40. Fontana J., Vogt A., Hohenstein A., et al. Impact of steroids on the inflammatory response after ischemic acute kidney injury in rats // *Indian J Nephrol*. 2017. Vol. 27, N 5. P. 365–371. doi: 10.4103/ijn.IJN_40_17
41. Predecki M., Tanna A., Salama A.D., et al. Long-term outcome in biopsy-proven acute interstitial nephritis treated with steroids // *Clin Kidney J*. 2017. Vol. 10, N 2. P. 233–239. doi: 10.1093/ckj/sfw116
42. Friedewald J.J., Rabb H. Inflammatory cells in ischemic acute renal failure // *Kidney Int*. 2004. Vol. 66, N 2. P. 486–491. doi: 10.1111/j.1523-1755.2004.761_3.x
43. Choi H.M., Jo S.K., Kim S.H., et al. Glucocorticoids attenuate septic acute kidney injury // *Biochem Biophys Res Commun*. 2013. Vol. 435, N 4. P. 678–684. EDN: YDKRCX doi: 10.1016/j.bbrc.2013.05.042
44. Hall R.I., Smith M.S., Rocker G. The systemic inflammatory response to cardiopulmonary bypass: Pathophysiological, therapeutic,

and pharmacological considerations // *Anesth Analg.* 1997. Vol. 85, N 4. P. 766–782. doi: 10.1097/0000539-199710000-00011

45. Kawamura T., Inada K., Nara N., et al. Influence of methylprednisolone on cytokine balance during cardiac surgery // *Crit Care Med.* 1999. Vol. 27, N 3. P. 545–548. doi: 10.1097/00003246-199903000-00033

46. Toledo-Pereyra L.H., Lin C.Y., Kundler H., Replogle R.L. Steroids in heart surgery: A clinical double-blind and randomized study // *Am Surg.* 1980. Vol. 46, N 3. P. 155–160.

47. Whitlock R.P., Young E., Noora J., et al. Pulse low dose steroids attenuate post-cardiopulmonary bypass SIRS: SIRS I // *J Surg Res.* 2006. Vol. 132, N 2. P. 188–194. doi: 10.1016/j.jss.2006.02.013

48. Weis F., Beiras-Fernandez A., Schelling G., et al. Stress doses of hydrocortisone in high-risk patients undergoing cardiac surgery: Effects on interleukin-6 to interleukin-10 ratio and early outcome // *Crit Care Med.* 2009. Vol. 37, N 5. P. 1685–1690. doi: 10.1097/CCM.0b013e31819fca77

49. Schurr U.P., Zünd G., Hoerstrup S.P., et al. Preoperative administration of steroids: Influence on adhesion molecules and cytokines after cardiopulmonary bypass // *Ann Thorac Surg.* 2001. Vol. 72, N 4. P. 1316–1320. doi: 10.1016/s0003-4975(01)03062-4

50. Semedo P., Palasio C.G., Oliveira C.D., et al. Early modulation of inflammation by mesenchymal stem cell after acute kidney injury // *Int Immunopharmacol.* 2009. Vol. 9, N 6. P. 677–682. doi: 10.1016/j.intimp.2008.12.008

51. Zhang J., Yao Y., Xiao F., et al. Administration of dexamethasone protects mice against ischemia/reperfusion induced renal injury by suppressing PI3K/AKT signaling // *Int J Clin Exp Pathol.* 2013. Vol. 6, N 11. P. 2366–2375.

52. Acar G., Akcay A., Sayarlioglu M., et al. Assessment of atrial conduction time in patients with familial Mediterranean fever // *Pacing Clin Electrophysiol.* 2009. Vol. 32, N 3. P. 308–313. doi: 10.1111/j.1540-8159.2008.02237.x

REFERENCES

1. Talso M, Tefik T, Mantica G, et al. Extracorporeal shockwave lithotripsy: Current knowledge and future perspectives. *Minerva Urol Nefrol.* 2019;71(4):365–372. doi: 10.23736/S0393-2249.19.03415-5

2. Zorkin SN, Nikulin OD, Shahnovskiy DS. Remote shock wave lithotripsy in the treatment of urolithiasis in children: Types and possibilities. *Detskaya khirurgiya (Russian Journal of Pediatric Surgery).* 2022;26(6):321–326. EDN: IYZCXD doi: 10.55308/1560-9510-2022-26-6-321-326

3. Hughes SF, Jones N, Thomas-Wright SJ, et al. Shock wave lithotripsy, for the treatment of kidney stones, results in changes to routine blood tests and novel biomarkers: A prospective clinical pilot-study. *Eur J Med Res.* 2020;25(1):18. doi: 10.1186/s40001-020-00417-2

4. Milišić E, Alić J, Zvizdić Z, et al. Urinary neutrophil gelatinase-associated lipocalin level as a biomarker of acute kidney injury following extracorporeal shock wave lithotripsy. *Cent Eur J Urol.* 2021;74(4):579–587. EDN: DPGUHH doi: 10.5173/ceju.2021.0174

5. Nazarov TK, Komyakov BK, Rychkov IV, et al. Role of biomarkers of acute kidney damage during lithotripsy of high-density stones. *Urologija.* 2019. № 1. C. 23–27. EDN: FKLMH doi: 10.18565/urology.2019.1.23-27

6. Wołyniec W, Ratkowski W, Renke J, Renke M. Changes in novel AKI biomarkers after Exercise. A Systematic Review. *Int J Mol Sci.* 2020;21(16):5673. EDN: VGZRZK doi: 10.3390/ijms21165673

7. Kazachenko AV, Voytko DA, Prosyannikov MY, et al. Modern markers for determining the functional ability of the kidneys in urological practice. *Exp Clin Urol.* 2023;16(1):174–187. EDN: GPAHOJ doi: 10.29188/2222-8543-2023-16-1-174-187

8. Clark DL, Connors BA, Evan AP, et al. Localization of renal oxidative stress and inflammatory response after lithotripsy. *BJU Int.* 2009;103(11):1562–1568. doi: 10.1111/j.1464-410X.2008.08260.x

9. Leedahl DD, Frazee EN, Schramm GE, et al. Derivation of urine output thresholds that identify a very high risk of AKI in patients with septic shock. *Clin J Am Soc Nephrol.* 2014;9(7):1168–1174. doi: 10.2215/CJN.09360913

10. Sharma A, Mucino MJ, Ronco C. Renal functional reserve and renal recovery after acute kidney injury. *Nephron Clin Pract.* 2014;127(1-4):94–100. doi: 10.1159/000363721

11. Ronco C, Bellomo R, Kellum J. Understanding renal functional reserve. *Intensive Care Med.* 2017;43(6):917–920. EDN: NBAHCO doi: 10.1007/s00134-017-4691-6

12. Szumilas D, Owczarek AJ, Brzozowska A, et al. The value of urinary NGAL, KIM-1, and IL-18 measurements in the early detection of kidney injury in oncologic patients treated with cisplatin-based chemotherapy. *Int J Mol Sci.* 2024;25(2):1074. doi: 10.3390/ijms25021074

13. Spasojević-Dimitrijeva B, Kotur-Stevuljević J, Dukić M, et al. Serum neutrophil gelatinase-associated lipocalin and urinary kidney injury molecule-1 as potential biomarkers of subclinical nephrotoxicity after gadolinium-based and iodinated-based contrast media exposure in pediatric patients with normal kidney function. *Med Sci Monit.* 2017;(23):4299–4305. doi: 10.12659/msm.903255

14. Breglia A, Godi I, Virzi GM, et al. Subclinical contrast-induced acute kidney injury in patients undergoing cerebral computed tomography. *Cardiorenal Med.* 2020;10(2):125–136. doi: 10.1159/000505422

15. Scridon A, Somkereki C, Nicoară TR, et al. Neutrophil gelatinase-associated lipocalin monitoring reveals persistent subclinical kidney injury following intraarterial administration of iodinated contrast agents. *Sci Rep.* 2022;12(1):19464. EDN: UALKHC doi: 10.1038/s41598-022-24169-7

16. Dalton RN. Serum creatinine and glomerular filtration rate: Perception and reality. *Clin Chem.* 2010;56(5):687–689. doi: 10.1373/clinchem.2010.144261

17. Nikulin OD, Zorkin SN, Semikina EL, et al. Biomarkers of acute kidney injury in remote shock wave lithotripsy in children. *Pediatrics G.N. Speransky.* 2023;102(5):181–190. doi: 10.24110/0031-403X-2023-102-5-181-190

18. Yuan SM. Acute kidney injury after cardiac surgery: Risk factors and novel biomarkers. *Braz J Cardiovasc Surg.* 2019;34(3):352–360. doi: 10.21470/1678-9741-2018-0212

19. Zhang YL, Qiao SK, Wang RY, Guo XN. NGAL attenuates renal ischemia/reperfusion injury through autophagy activation and apoptosis inhibition in rats. *Chem Biol Interact.* 2018;(289):40–46. doi: 10.1016/j.cbi.2018.04.018

20. Kachko A, Costafreda MI, Zubkova I, et al. Determinants in the Ig variable domain of human HAVCR1 (TIM-1) are required to enhance hepatitis C virus entry. *J Virol.* 2018;92(6):e01742-17. EDN: YFLEPB doi: 10.1128/JVI.01742-17

21. Miroshkina IV, Gritskevich AA, Baytman TP, et al. The role of markers of acute kidney damage in assessing kidney function with its ischemia. *Exp Clin Urol.* 2018;(4):114–121. EDN: VRTKPJ

22. Yamamoto T, Noiri E, Ono Y, et al. Renal L-type fatty acid-binding protein in acute ischemic injury. *J Am Society Nephrol.* 2007;18(11):2894–2902. doi: 10.1681/ASN.2007010097
23. Schrezenmeier EV, Barasch J, Budde K, et al. Biomarkers in acute kidney injury: Pathophysiological basis and clinical performance. *Acta Physiologica.* 2017;219(3):554–572. EDN: VYTLF doi: 10.1111/apha.12764
24. Lin X, Yuan J, Zhao Y, Zha Y. Urine interleukin-18 in prediction of acute kidney injury: A systemic review and meta-analysis. *J Nephrol.* 2015;28(1):7–16. EDN: YZOJLD doi: 10.1007/s40620-014-0113-9
25. Wang S, Zhang Z, Wang J, Miao H. MiR-107 induces TNF- α secretion in endothelial cells causing tubular cell injury in patients with septic acute kidney injury. *Biochem Biophys Res Commun.* 2017;483(1):45–51. doi: 10.1016/j.bbrc.2017.01.013
26. Fagerberg L, Hallström BM, Oksvold P, et al. Analysis of the human tissue-specific expression by genome-wide integration of transcriptomics and antibody-based proteomics. *Mol Cell Proteomics.* 2014;13(2):397–406. EDN: MTOMUS doi: 10.1074/mcp.M113.035600
27. Ortega LM, Heung M. The use of cell cycle arrest biomarkers in the early detection of acute kidney injury. Is this the new renal troponin? *Nefrología.* 2018;38(4):361–367. doi: 10.1016/j.nefro.2017.11.013
28. Emlet DR, Pastor-Soler N, Marciszyn A, et al. Insulin-like growth factor binding protein 7 and tissue inhibitor of metalloproteinases-2: Differential expression and secretion in human kidney tubule cells. *Am J Physiol Renal Physiol.* 2017;312(2):F284–296. EDN: YXCIST doi: 10.1152/ajprenal.00271.2016
29. Johnson AC, Zager RA. Mechanisms underlying increased TIMP2 and IGFBP7 urinary excretion in experimental AKI. *J Am Society Nephrol.* 2018;29(8):2157–2167. doi: 10.1681/ASN.2018030265
30. Guzeloglu M, Yalcinkaya F, Atmaca S, et al. The beneficial effects of tadalafil on renal ischemia-reperfusion injury in rats. *Urol Int.* 2011;86(2):197–203. doi: 10.1159/000321927
31. Gasanov F, Aytac B, Vuruskan H. The effects of tadalafil on renal ischemia reperfusion injury: An experimental study. *Bosn J Basic Med Sci.* 2011;11(3):158–162. doi: 10.17305/bjbm.2011.2567
32. Danisoglu ME, Aytac B, Kilicaslan H, et al. Reduction of shock wave lithotripsy-induced renal tubular injury by tadalafil. *Bratislava Med J.* 2013;114(11):616–620. doi: 10.4149/BLL_2013_131
33. Ozmerdiven G, Vuruskan BA, Kaygisiz O, Vuruskan H. Protective effects of diltiazem and tadalafil on shock wave-induced kidney injury in rats. *Bratislava Med J.* 2017;118(4):228–232. doi: 10.4149/BLL_2017_045
34. Park HK, Lee HW, Lee KS, et al. Preventive effects of COX-2 inhibitor, celecoxib on renal tubular injury induced by shock wave lithotripter. *Urol Res.* 2010;38(4):223–228. doi: 10.1007/s00240-009-0243-z
35. Al-Awadi KA, Kehinde EO, Loutfi I, et al. Treatment of renal calculi by lithotripsy: Minimizing short-term shock wave induced renal damage by using antioxidants. *Urol Res.* 2008;36(1):51–60. doi: 10.1007/s00240-007-0126-0
36. Armaly Z, Artol S, Jabbour AR, et al. Impact of pretreatment with carnitine and tadalafil on contrast-induced nephropathy in CKD patients. *Ren Fail.* 2019;41(1):976–986. doi: 10.1080/0886022X.2019.1669459
37. Heybeli C, Canaslan K, Oktan MA, et al. Acute kidney injury following colistin treatment in critically-ill patients: May glucocorticoids protect? *J Chemotherapy.* 2021;33(2):85–94. doi: 10.1080/1120009X.2020.1770027
38. Ying P, Yang C, Wu X, et al. Effect of hydrocortisone on the 28-day mortality of patients with septic acute kidney injury. *Ren Fail.* 2019;41(1):794–799. doi: 10.1080/0886022X.2019.1658605
39. González E, Gutiérrez E, Galeano C, et al. Early steroid treatment improves the recovery of renal function in patients with drug-induced acute interstitial nephritis. *Kidney Int.* 2008;73(8):940–946. doi: 10.1038/sj.ki.5002776
40. Fontana J, Vogt A, Hohenstein A, et al. Impact of steroids on the inflammatory response after ischemic acute kidney injury in rats. *Indian J Nephrol.* 2017;27(5):365–371. doi: 10.4103/ijn.IJN_40_17
41. Predecki M, Tanna A, Salama AD, et al. Long-term outcome in biopsy-proven acute interstitial nephritis treated with steroids. *Clin Kidney J.* 2017;10(2):233–239. doi: 10.1093/ckj/sfw116
42. Friedewald JJ, Rabb H. Inflammatory cells in ischemic acute renal failure. *Kidney Int.* 2004;66(2):486–491. doi: 10.1111/j.1523-1755.2004.761_3.x
43. Choi HM, Jo SK, Kim SH, et al. Glucocorticoids attenuate septic acute kidney injury. *Biochem Biophys Res Commun.* 2013;435(4):678–684. EDN: YDKRCX doi: 10.1016/j.bbrc.2013.05.042
44. Hall RI, Smith MS, Rocker G. The systemic inflammatory response to cardiopulmonary bypass: Pathophysiological, therapeutic, and pharmacological considerations. *Anesth Analg.* 1997;85(4):766–782. doi: 10.1097/0000539-199710000-00011
45. Kawamura T, Inada K, Nara N, et al. Influence of methylprednisolone on cytokine balance during cardiac surgery. *Crit Care Med.* 1999;27(3):545–548. doi: 10.1097/00003246-199903000-00033
46. Toledo-Pereyra LH, Lin CY, Kundler H, Replogle RL. Steroids in heart surgery: A clinical double-blind and randomized study. *Am Surg.* 1980;46(3):155–160.
47. Whitlock RP, Young E, Noora J, et al. Pulse low dose steroids attenuate post-cardiopulmonary bypass SIRS; SIRS I. *J Surg Res.* 2006;132(2):188–194. doi: 10.1016/j.jss.2006.02.013
48. Weis F, Beiras-Fernandez A, Schelling G, et al. Stress doses of hydrocortisone in high-risk patients undergoing cardiac surgery: Effects on interleukin-6 to interleukin-10 ratio and early outcome. *Crit Care Med.* 2009;37(5):1685–1690. doi: 10.1097/CCM.0b013e31819fca77
49. Schurr UP, Zünd G, Hoerstrup SP, et al. Preoperative administration of steroids: Influence on adhesion molecules and cytokines after cardiopulmonary bypass. *Ann Thorac Surg.* 2001;72(4):1316–1320. doi: 10.1016/s0003-4975(01)03062-4
50. Semedo P, Palasio CG, Oliveira CD, et al. Early modulation of inflammation by mesenchymal stem cell after acute kidney injury. *Int Immunopharmacol.* 2009;9(6):677–682. doi: 10.1016/j.intimp.2008.12.008
51. Zhang J, Yao Y, Xiao F, et al. Administration of dexamethasone protects mice against ischemia/reperfusion induced renal injury by suppressing PI3K/AKT signaling. *Int J Clin Exp Pathol.* 2013;6(11):2366–2375.
52. Acar G, Akcay A, Sayarlioglu M, et al. Assessment of atrial conduction time in patients with familial Mediterranean fever. *Pacing Clin Electrophysiol.* 2009;32(3):308–313. doi: 10.1111/j.1540-8159.2008.02237.x

ОБ АВТОРАХ

*** Никулин Олег Данилович;**

адрес: Россия, 119991, Москва, Ломоносовский пр-т, д. 2, стр. 1;

ORCID: 0000-0003-3640-9994;

eLibrary SPIN: 9310-2660;

e-mail: dr.nikulin.oleg@yandex.ru

Зоркин Сергей Николаевич, д-р мед. наук, профессор;

ORCID: 0000-0002-4038-1472;

eLibrary SPIN: 4762-8837;

e-mail: zorkin@nczd.ru

Семикина Елена Леонидовна, д-р мед. наук, профессор;

ORCID: 0000-0001-8923-4652;

eLibrary SPIN: 3647-4967;

e-mail: semikina@nczd.ru

Цыгин Алексей Николаевич, д-р мед. наук, профессор;

ORCID: 0000-0001-6301-9313;

eLibrary SPIN: 7948-5065;

e-mail: tsygin@nczd.ru

Сновская Марина Андреевна, канд. мед. наук;

ORCID: 0000-0002-5263-6743;

eLibrary SPIN: 9899-1095;

e-mail: snows@inbox.ru

Милованова Анастасия Михайловна, канд. мед. наук;

ORCID: 0000-0003-1615-2044;

eLibrary SPIN: 8260-5227;

e-mail: shahnovskii_dmit@mail.ru

Шахновский Дмитрий Сергеевич;

ORCID: 0000-0003-2883-2493;

eLibrary SPIN: 4946-0848;

e-mail: shahnovskii_dmit@mail.ru

Баязитов Римир Радикович, канд. мед. наук;

ORCID: 0000-0002-8663-2698;

eLibrary SPIN: 5506-6828;

e-mail: krasik17@yandex.ru

AUTHORS' INFO

*** Oleg D. Nikulin, MD;**

address: 2 bldg 1 Lomonosovsky prospekt, 119991 Moscow, Russia;

ORCID: 0000-0003-3640-9994;

eLibrary SPIN: 9310-2660;

e-mail: dr.nikulin.oleg@yandex.ru

Sergey N. Zorkin, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor;

ORCID: 0000-0002-4038-1472;

eLibrary SPIN: 4762-8837;

e-mail: zorkin@nczd.ru

Elena L. Semikina, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor;

ORCID: 0000-0001-8923-4652;

eLibrary SPIN: 3647-4967;

e-mail: semikina@nczd.ru

Alexey N. Tsygin, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor;

ORCID: 0000-0001-6301-9313;

eLibrary SPIN: 7948-5065;

e-mail: tsygin@nczd.ru

Marina A. Snovskaya, MD, Cand. Sci. (Medicine);

ORCID: 0000-0002-5263-6743;

eLibrary SPIN: 9899-1095;

e-mail: snows@inbox.ru

Anastasia M. Milovanova, MD, Cand. Sci. (Medicine);

ORCID: 0000-0003-1615-2044;

eLibrary SPIN: 8260-5227;

e-mail: shahnovskii_dmit@mail.ru

Dmitry S. Shakhnovsky, MD;

ORCID: 0000-0003-2883-2493;

eLibrary SPIN: 4946-0848;

e-mail: shahnovskii_dmit@mail.ru

Rimir R. Bayazitov, MD, Cand. Sci. (Medicine)

ORCID: 0000-0002-8663-2698;

eLibrary SPIN: 5506-6828;

e-mail: krasik17@yandex.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/ps794>

К вопросу обезболивания у детей в амбулаторной практике врача-травматолога

Д.Ю. Выборнов^{1, 2}, А.В. Некрутов^{3, 4}, Н.Ю. Семенов³, К.Е. Хмельницкий³, А.О. Ильин³¹ Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова, Москва, Россия;² Детская городская клиническая больница имени Н.Ф. Филатова, Москва, Россия;³ Научно-исследовательский институт организации здравоохранения и медицинского менеджмента, Москва, Россия;⁴ Научно-исследовательский институт неотложной детской хирургии и травматологии, Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Актуальность проблемы адекватного обезболивания на догоспитальном этапе оказания медицинской помощи при травмах у детей связана с отсутствием универсального метода оценки интенсивности болевого синдрома, возрастными ограничениями при назначении ряда лекарственных препаратов, трудностями коммуникации с детьми младшего возраста.

Цель. Повышение качества оказания специализированной амбулаторной неотложной медицинской помощи детям с травматическими повреждениями.

Методы. Исследование проводилось в течение 1-го мес. методом анкетирования врачей-специалистов. В опросе участвовали 113 врачей — травматологов-ортопедов детских травматологических пунктов и отделений неотложной травматологии и ортопедии медицинских организаций государственной системы здравоохранения города Москвы. Каждому респонденту была предложена анкета, включающая 24 тематических раздела, содержащих ключевые сведения об использовании анальгетиков в амбулаторной практике на различных этапах догоспитальной помощи детям с травматическими повреждениями лёгкой и средней степени. При этом в ряде разделов предоставлялась возможность выбора нескольких ответов.

Результаты. Результаты исследования свидетельствуют об отсутствии единого системного подхода к обезболиванию при травмах лёгкой и средней степени у детей. Методам аналгезии на амбулаторном этапе оказания медицинской помощи придаётся недостаточное значение. Несмотря на то, что многие врачи готовы провести подробную консультацию о возможностях аналгезии на дому, в ряде случаев вопросы обезболивания остаются на усмотрение родителей, как правило, не владеющих необходимыми знаниями.

Заключение. Определение показаний к выполнению обезболивания при обращении пациента в медицинское учреждение и его продолжению в амбулаторных условиях требует внедрения в клиническую практику специализированных шкал оценки болевого синдрома у детей в дифференцировке по возрастным группам, разработки методических рекомендаций и стандартов применения анальгетиков на догоспитальном этапе оказания медицинской помощи детскому населению, включающих исчерпывающие сведения о современных эффективных безопасных лекарственных препаратах последних поколений, специальных формах выпуска, возрастных особенностях применения.

Ключевые слова: дети; травматические повреждения; амбулаторная помощь; обезболивание.

Как цитировать:

Выборнов Д.Ю., Некрутов А.В., Семенов Н.Ю., Хмельницкий К.Е., Ильин А.О. К вопросу обезболивания у детей в амбулаторной практике врача-травматолога // Детская хирургия. 2024. Т. 28. № 2. С. 170–183. DOI: <https://doi.org/10.17816/ps794>

DOI: <https://doi.org/10.17816/ps794>

To the question of analgesia support of children in traumatologists' outpatient practice

Dmitry Yu. Vybornov^{1, 2}, Aleksandr V. Nekrutov^{3, 4}, Nikolay Yu. Semenov³,
Konstantin Ye. Khmel'nitskiy³, Andrey O. Ilyin³

¹ The Russian National Research Medical University named after N.I. Pirogov, Moscow, Russia;

² Filatov N.F. Children's City Hospital, Moscow, Russia;

³ Research Institute for Healthcare Organization and Medical Management, Moscow, Russia;

⁴ Clinical and Research Institute of Emergency Pediatric Surgery and Trauma, Moscow, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: The problem of adequate anesthesia in children with injuries at the prehospital stage do exists due to the lack of a universal approach to the assessment of pain syndrome intensity as well as to age restrictions for a number of medical preparations, and to difficulties in communication with young children.

AIM: To improve the quality of specialized outpatient emergency medical care for children with traumatic injuries.

METHODS: The present survey was conducted for one month, and 113 orthopedic traumatologists from children's trauma centers and emergency traumatologic and orthopedics departments of medical organizations subordinated to the Moscow Healthcare Department participated in it. Each participant was offered a questionnaire having 24 thematic sections on analgesics application in their outpatient practice at various stages of prehospital care for children with mild and moderate traumatic injuries. At the same time, in a number of sections, several answers could be selected by a participant.

RESULTS: The obtained results demonstrated that there is no any unified systematic approach to the pain management after mild and moderate injuries in children. Analgesia techniques at the outpatient stage are paid not enough attention. Many doctors are ready to give a detailed consultation on how to relief pain at home, but in some cases, parents themselves decide on how to do it, though they do not have necessary knowledge.

CONCLUSION: To develop indications for anesthesia support requires the implementation of specialized pain assessment scales differentiated by age groups, development of methodological recommendations and standards for analgesics application at the prehospital stage with comprehensive information on existing forms and age-related features of effective and safe medical preparations of recent generations.

Keywords: children; wounds and injuries; ambulatory care; pain management.

To cite this article:

Vybornov DYu, Nekrutov AV, Semenov NYu, Khmel'nitskiy KYe, Ilyin AO. To the question of analgesia support of children in traumatologists' outpatient practice. *Russian Journal of Pediatric Surgery*. 2024;28(2):170–183. DOI: <https://doi.org/10.17816/ps794>

ОБОСНОВАНИЕ

Проблема адекватного обезболивания при травмах у детей различных возрастных групп на догоспитальном этапе оказания медицинской помощи не теряет своей актуальности. К причинам, способствующим неадекватному обезболиванию в педиатрической практике, относят отсутствие универсального метода оценки интенсивности болевого синдрома, возрастные ограничения для назначения лекарственных препаратов, трудности коммуникации с детьми младшего возраста.

Патофизиология боли

Любая боль, помимо негативного влияния на общее самочувствие пациента, отрицательно сказывается на процессах восстановления повреждённых структур и замедляет выздоровление [1–3]. В связи с этим при травматических повреждениях необходим комплексный подход к лечению, включающий, помимо этиологических и патогенетических методов лечения, устранение или уменьшение болевого синдрома. Адекватная аналгезия у детей с травматическими повреждениями позволяет не только избавить пациентов от страданий, но и снизить частоту посттравматических осложнений, улучшить результаты лечения.

Любое механическое повреждение сопровождается болевыми ощущениями, от степени выраженности которых зависят дальнейшие лечебные мероприятия, включающие назначение обезболивающих лекарственных средств. Если интенсивная боль, сопровождающая выраженные структурные травматические изменения органов и тканей, легко верифицируется и требует назначения сильнодействующих опиоидных анальгетиков в комплексе с другими лечебными мероприятиями в условиях стационара или на этапах медицинской эвакуации [4, 5], то необходимость купирования острой боли лёгкой и средней интенсивности, при отсутствии показаний для госпитализации, остаётся дискутабельной [6–13].

Являясь мощным триггером стресс-ответа, посттравматическая боль способна вызывать активацию симпатического отдела нервной системы, что оказывает отрицательное влияние на сердечно-сосудистую, дыхательную, нейроэндокринную, центральную нервную системы, желудочно-кишечный тракт, гемостаз.

С анатомо-физиологической точки зрения боль является сложной нейрогуморальной реакцией, включающей работу основных звеньев периферической и центральной нервной системы, воздействие различных биологических химических веществ, в частности, простагландинов и кининов, нейрохимических медиаторов, а также сопровождается специфическим психоэмоциональным и поведенческим компонентами [14, 15].

Условно боль можно разделить на два типа в зависимости от механизма возникновения — ноцицептивную (соматическую), возникающую при раздражении кожи,

подкожной клетчатки, слизистой оболочки, мышц, сухожилий, висцеральных рецепторов; и нейропатическую, возникающую при повреждении центральной или периферической нервной системы [16, 17].

Методы оценки боли у детей

При выборе оптимального метода и средства обезболивания ключевую роль играют выраженность болевого синдрома и субъективная реакция пациента на боль. Кроме того, для объективизации состояния проводят физикальный осмотр, который обычно прост в интерпретации. Значительные затруднения представляет оценка субъективных ощущений, характера и интенсивности боли у детей грудного или младшего возраста [6–13]. С целью стандартизации оценки интенсивности боли в педиатрической практике используют различные шкалы, позволяющие более точно и объективно резюмировать данные анамнеза и осмотра в зависимости от возраста ребёнка.

Так, Шкала боли у новорождённых младенцев (Neonatal Infant Pain Scale, NIPS) применяется для оценки боли у детей грудного возраста и учитывает выражение лица, крик, характер дыхания, двигательную активность нижних конечностей и поведение ребёнка. Об уровне боли судят исходя из количества баллов, начисляемых за каждый параметр. Оценка в 0 баллов свидетельствует об отсутствии болевых ощущений, сумма баллов 3 и выше означает наличие болевой реакции.

Шкала боли Детской больницы Восточного Онтарио включает оценку крика, лицевой мимики, вербальных реакций, положения и движения тела, реакции на прикосновение и состояния нижних конечностей. Результат от 4 до 14 баллов говорит о страданиях ребёнка, связанных с болевыми ощущениями.

Для детей младшего школьного возраста и старше разработаны визуально-аналоговая шкала (ВАШ) и цифровая рейтинговая шкала. Структура и принцип их интерпретации идентичны: пациент самостоятельно оценивает уровень боли, выражающийся в баллах: 0 — отсутствие болевых ощущений, от 1 до 3 — незначительная боль, от 4 до 6 — умеренная боль, от 7 до 9 — выраженная боль и 10 — невыносимая боль.

Таким образом, результат с высоким баллом в комплексе с другими клиническими данными заслуживает крайне внимательного подхода к обезболиванию сильнодействующими лекарственными средствами, как правило, на этапе оказания медицинской помощи в специализированных отделениях стационаров.

Методы купирования болевого синдрома у детей

На догоспитальном этапе, принимая во внимание характер травмы, лёгкую или среднюю выраженность болевого синдрома, можно прибегнуть к различным способам облегчения состояния ребёнка. С точки зрения

этиологии и патогенеза боли широко и эффективно применяются физические, механические, психоэмоциональные и, безусловно, фармакологические методы обезболивания [1]. Так, иммобилизация повреждённого сегмента конечности снижает болевые ощущения. Охлаждение гипотермическим пакетом, уменьшая отёк и воздействуя на периферические нервные окончания, также улучшает самочувствие пострадавшего. Кроме того, широкая линейка средств местного действия (спреи, гели, мази и др.) на основе анестетиков (лидокаин) и препаратов «отвлекающего» действия — адъювантных анальгетиков — (капсаицин) в комплексе с безопасной и эффективной фармакологической поддержкой с учетом способов введения лекарственных средств, должны быть адаптированы для всех возрастных групп детского населения.

Использование лекарственных средств подразумевает соблюдение ряда принципов [4, 6–13, 18].

1. Соблюдение 2-х ступенчатого подхода — на 1-й ступени прибегают к ненаркотическим анальгетикам [нестероидные противовоспалительные препараты (НПВП), «простые» анальгетики], на 2-й ступени при выраженном болевом синдроме рекомендуется введение наркотических анальгетиков.

2. Выбор рационального пути введения препарата.

3. Соблюдение времени экспозиции введения препарата.

4. Учёт индивидуальных особенностей ребёнка.

В арсенале детского врача-травматолога есть несколько групп обезболивающих лекарственных препаратов, широко применяющихся на догоспитальном этапе: НПВП (ибупрофен, ацетилсалициловая кислота, индометацин, кетопрофен, нимесулид и др.), анальгетики-антипиретики (метамизол натрия, парацетамол и др.) [11]. Механизм их действия заключается в блокировке активности циклооксигеназы (ЦОГ), регулирующей преобразование арахидоновой кислоты в простагландин, простациклин и тромбоксан. Существует два изофермента ЦОГ. Под влиянием ЦОГ-1 метаболизм арахидоновой кислоты запускается в сторону синтеза простагландинов, действующих на клетки слизистой оболочки желудка, тромбоциты и на состояние микроциркуляторного русла. Активация ЦОГ-2 происходит под влиянием медиаторов воспаления (цитокинов) [6–13, 19].

Однако, несмотря на широкий выбор НПВП и анальгетиков-антипиретиков, имеются фармакологические особенности, обуславливающие ряд побочных эффектов и требующие крайне селективного подхода к назначению этих препаратов детям. Это серьёзно ограничивает их применение в педиатрии [6–13, 19].

Так, ацетилсалициловая кислота токсична для слизистой оболочки желудочно-кишечного тракта, неблагоприятно влияет на работу свёртывающей системы крови и структуру сосудистой стенки, может обуславливать развитие синдрома Рея, проявляющегося энцефалопатией и поражением печени [20, 21].

Осложнениями длительного применения метамизола натрия и нимесулида могут быть агранулоцитоз, анафилактический шок, интерстициальный нефрит, альвеолит, синдром Лайелла и синдром Стивенса–Джонсона [6–13, 22, 23].

По соображениям безопасности и эффективности, подтверждённых результатами многочисленных международных исследований, в настоящее время в педиатрической практике разрешены к применению два препарата — ибупрофен и парацетамол [6–13, 24–26, 30–38].

Данные лекарственные средства назначают детям с грудного возраста в следующих дозах: ибупрофен — 5–10 мг/кг, парацетамол — 10–15 мг/кг с максимальной кратностью повторного приёма в течение суток до 4 раз и периодом между приёмами в 4–5 ч [6–13, 27, 30–38].

С учётом особенностей детей разных возрастных групп, в частности, грудного и младшего возрастов, существуют различные лекарственные формы ибупрофена и парацетамола — суппозитории, эмульсии, суспензии, сиропы, растворы, а для детей старших возрастных групп — таблетированные формы.

При кажущейся идентичности ибупрофена и парацетамола, все же стоит обратить внимание на принципиальные различия, касающиеся их механизмов действия, фармакодинамики и фармакокинетики. Представитель НПВП ибупрофен является неселективным ингибитором ЦОГ, что отчасти предопределяет его эффективность как анальгетика и в определённой степени отражается на безопасности применения. Препарат, наряду с хорошим проникновением в ЦНС, воздействует непосредственно на очаг воспаления, что обуславливает его двойное, более эффективное действие — центральное и периферическое. За счёт блокады синтеза медиаторов воспаления уменьшается отёк и, как следствие, нивелируется реакция со стороны периферических нервных окончаний [6–13, 14, 28, 30–38].

У парацетамола же, как у представителя «простых» анальгетиков, почти не выражен противовоспалительный эффект. Его механизм действия заключается в блокаде ЦОГ преимущественно в ЦНС, а периферический компонент отсутствует. Это объясняется тем, что в условиях высоких концентраций клеточных пероксидаз активность парацетамола в отношении ЦОГ значительно снижается. Согласно многочисленным исследованиям, посвящённым сравнительному изучению эффективности ибупрофена и парацетамола в качестве анальгетика, первый признан более эффективным [6–13, 29, 30–38].

Следует обратить внимание на ещё одну важную характеристику рассматриваемых лекарственных средств — безопасность применения. Оба препарата хорошо переносятся детьми и имеют относительно узкий спектр и низкую частоту развития побочных эффектов. Так, широко известные осложнения со стороны желудочно-кишечного тракта и почек, возникающие на фоне приёма НПВП, не связаны с использованием ибупрофена и парацетамола [6–13, 24–27, 30–38].

При этом следует отметить гепатотоксичность ацетаминофена, вероятность возникновения которой резко возрастает на фоне приёма анальгетика в высоких дозировках. Связано это с метаболитом парацетамола — N-ацетил-р-бензохинониминном. Высокие концентрации парацетамола в печени нарушают инактивацию N-ацетил-р-бензохинонимина в условиях низкой концентрации глютамина.

Таким образом, наиболее эффективными и безопасными препаратами в лечении боли лёгкой и средней интенсивности у детей являются ибупрофен, парацетамол и их комбинации, обладающие более широким спектром действия, более выраженным и продолжительным обезболивающим эффектом.

ЦЕЛЬ

Повышение качества оказания специализированной амбулаторной неотложной медицинской помощи детям с травматическими повреждениями.

МЕТОДЫ

Дизайн исследования

Характеристика исследования. Исследование проводилось методом анкетирования врачей-специалистов. В исследовании участвовали 113 травматологов-ортопедов. Каждому из специалистов была предложена анкета, включающая 24 тематических раздела, содержащих ключевые сведения об использовании анальгетиков в амбулаторной практике на различных этапах догоспитальной помощи детям с травматическими повреждениями лёгкой и средней степени. При этом в ряде разделов была предоставлена возможность выбора нескольких ответов.

Критерии соответствия

Критерии включения: врачи — травматологи-ортопеды, ведущие амбулаторный приём детей в возрасте от 0 до 17 лет в травматологических пунктах и отделениях неотложной травматологической и ортопедической помощи медицинских организаций государственной системы здравоохранения города Москвы.

Критерии исключения: врачи — травматологи-ортопеды коммерческих и частных медицинских организаций, а также ведущие приём пациентов старше 17 лет.

Статистический анализ

Размер выборки предварительно не рассчитывался. Исследование оперирует не пациентами, а интервьюируемыми специалистами.

Методы статистического анализа данных: обобщение данных анкетирования в программе WPS Spreadsheets (Китай) и MS Office (Соединённые Штаты Америки) с графическим и содержательным анализом.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Необходимость назначения анальгетиков детям с травмами лёгкой и средней степени на амбулаторном (догоспитальном) этапе отмечают 94,8% (107) опрошенных. При этом 38,1% (43) специалистов считают, что дети нуждаются в применении обезболивающих средств иногда (в 20–50% случаев); примерно треть опрошенных [30,1% (34)] — редко (менее, чем в 20% случаев); каждый пятый [19,5% (22)] — часто (более, чем в 50% случаев); 7,1% (8) — всегда. И лишь по мнению 1,8% (2) врачей назначение обезболивающих средств детям с травмой лёгкой и средней степени не показано (рис. 1).

Большая часть травматологов [56,6% (64)] отмечают, что дети на амбулаторном этапе оказания специализированной медицинской помощи получают обезболивающие препараты до момента обращения в медицинское учреждение — в автомобиле скорой медицинской помощи, либо от родителей. Практически каждый четвертый специалист [23% (26)] считает, что впервые после получения травмы ребёнок получает анальгетики на этапе амбулаторного лечения, 14,2% (16) — во время первичного осмотра врача. При этом необходимо отметить, что в условиях медицинского учреждения используются исключительно инъекционные формы лекарственных средств (рис. 2).

По мнению 38,1% (43) участников исследования, от момента травмы до получения обезболивающих средств чаще всего проходит от 30 мин до 1 ч. Временные промежутки более 3-х ч, менее 30 мин и в пределах 1–2 ч отметил каждый пятый опрошенный — 22,1% (25), 20,4% (23) и 19,5% (22) соответственно (рис. 3).

Примерно каждый третий специалист оценку интенсивности болевого синдрома у большей части пациентов, обратившихся первично, проводит редко (менее, чем в 20% случаев), или не проводит вообще [30,1% (34) и 26,5% (30) соответственно]; 15% (17) — иногда (в 20–50% случаев); часто (более, чем в 50% случаев) — примерно каждый десятый [9,7% (11)] и всегда проводит оценку интенсивности болевого синдрома примерно каждый пятый [18,6% (21)] участник исследования (рис. 4).

В большинстве случаев для оценки болевого синдрома врач ориентируется на клиническую картину состояния

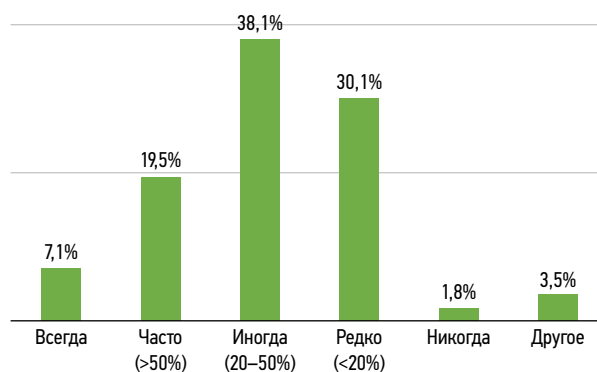


Рис. 1. Необходимость анальгезии детям на амбулаторном этапе.

Fig. 1. The need for analgesia for children at the outpatient stage.

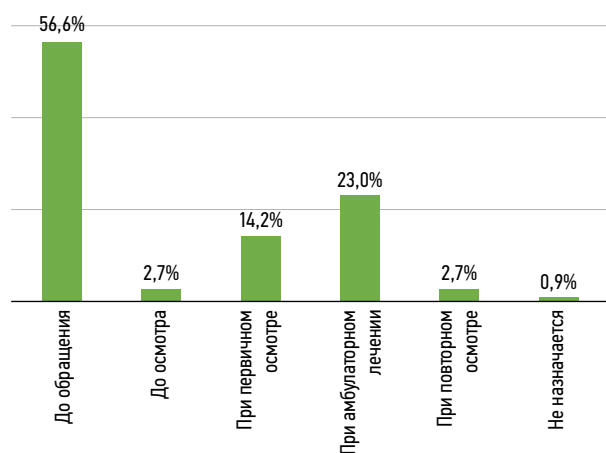


Рис. 2. Время получения обезболивания.

Fig. 2. The time of receiving anesthesia.

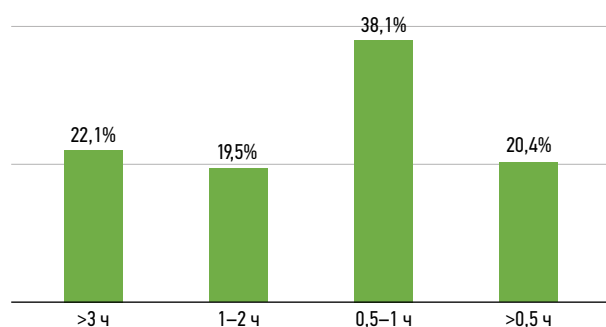


Рис. 3. Время от момента травмы до получения обезболивания.

Fig. 3. The time from the moment of injury to receiving anesthesia.

пациента [79,6% (90)] и ВАШ боли [58,4% (66)]. У детей в возрасте от 2-х мес. до 7 лет 15% (17) опрошенных используют шкалу Face, Legs, Activity, Cry, Consolability (выражение лица, движение ног, характер крика, поведение) (рис. 5).

Ряд других методов оценки боли у детей (шкала оценки боли Вонга–Бейкера; шкала NIPS шкала оценки боли Вонга–Бейкера, NIPS для новорождённых и детей первого года жизни, Children's And Infants Postoperative Pain Scale для детей до 5 лет; Objective Pain Scale для детей от 8 мес. до 13 лет) в повседневной клинической практике врача-травматолога амбулаторного звена не нашли широкого применения [3,5% (4) — 5,3% (6)] (рис. 6).

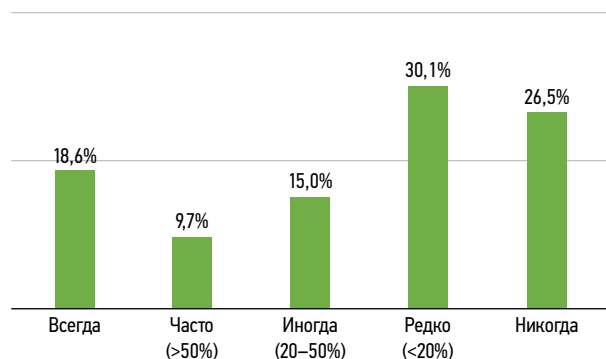


Рис. 4. Частота оценки интенсивности боли.

Fig. 4. The frequency of pain intensity assessment.

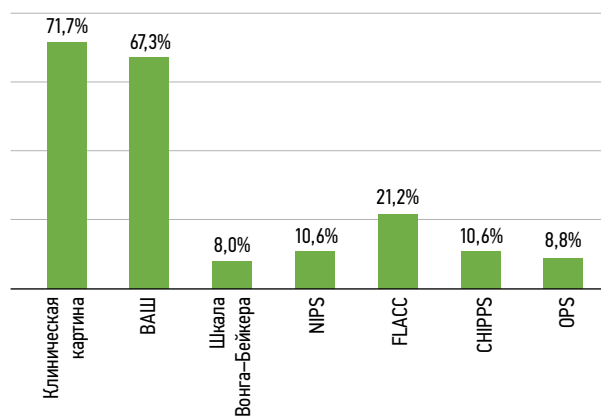


Рис. 5. Известность методов оценки боли у детей: ВАШ — визуально-аналоговая шкала; NIPS — Neonatal Infant Pain Scale; FLACC — Face, Legs, Activity, Cry, Consolability; CHIPPS — Children's And Infants Postoperative Pain Scale; OPS — Objective Pain Scale.

Fig. 5. The popularity of pain assessment methods in children: ВАШ — is a visually analog scale; NIPS — Neonatal Infant Pain Scale; FLACC — Face, Legs, Activity, Cry, Consolability; CHIPPS — Children's And Infants Postoperative Pain Scale; OPS — Objective Pain Scale.

Более половины опрошенных [55,8% (63)] информацию о наличии и интенсивности болевого синдрома документируют всегда; 19,5% (22) — часто (более, чем в 50% случаев); 13,3% (15) — редко (менее, чем в 20% случаев); никогда — 7,1% (8); и 4,4% (5) респондентов информацию фиксируют иногда (в 20–50% случаев) (рис. 7).

Из причин, затрудняющих фиксацию информации о наличии и интенсивности болевого синдрома, чаще всего отмечаются высокая интенсивность пациентопотока [40,7% (46)] и сложности оценки интенсивности боли у детей младшей возрастной группы в связи с возрастом

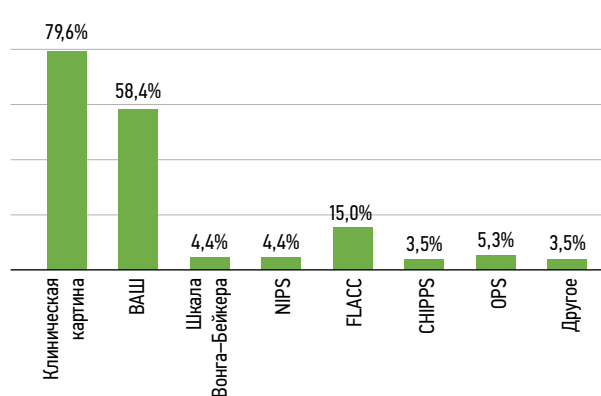


Рис. 6. Частота использования методов оценки боли у детей: ВАШ — визуально-аналоговая шкала; NIPS — Neonatal Infant Pain Scale; FLACC — Face, Legs, Activity, Cry, Consolability; CHIPPS — Children's And Infants Postoperative Pain Scale; OPS — Objective Pain Scale.

Fig. 6. Frequency of use of pain assessment methods in children: ВАШ — is a visually analog scale; NIPS — Neonatal Infant Pain Scale; FLACC — Face, Legs, Activity, Cry, Consolability; CHIPPS — Children's And Infants Postoperative Pain Scale; OPS — Objective Pain Scale.

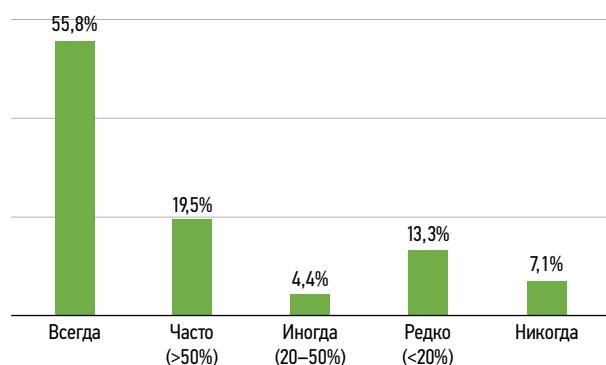


Рис. 7. Частота документирования болевой симптоматики.

Fig. 7. The frequency of documenting pain symptoms.

ребёнка [38,1% (43)]. Треть опрошенных [33,6% (38)] заявили об отсутствии факторов, препятствующих записи этих сведений (рис. 8).

Большая часть участников исследования считают, что назначение обезболивающих средств детям с травмами лёгкой и средней степени на этапе первичного приёма требуется редко (менее, чем в 20% случаев) и иногда (в 20–50% случаев) [38,1% (43) и 35,4% (40) соответственно]. Примерно каждый десятый респондент [13,3% (15)] отмечает, что анальгезия необходима часто (более, чем в 50% случаев) и только в 7,1% (8) специалисты полагают, что использование анальгетиков требуется всегда (рис. 9).

Большинство [89,4% (101)] врачей-травматологов считают, что вероятность назначения обезболивающих средств определяется, прежде всего, клинической картиной, обусловленной симптоматикой, характеризующей тяжесть повреждений, около половины [43,4% (49)] — результатами оценки интенсивности боли с помощью специальных шкал, примерно треть [28,3% (32)] — возрастом ребёнка и каждый пятый опрошенный [19,5% (22)] считает, что использование анальгетиков зависит от наличия соответствующих препаратов на первичном приёме (рис. 10).

Для обезболивания во время первичного амбулаторного приёма детей с травмами, не требующими

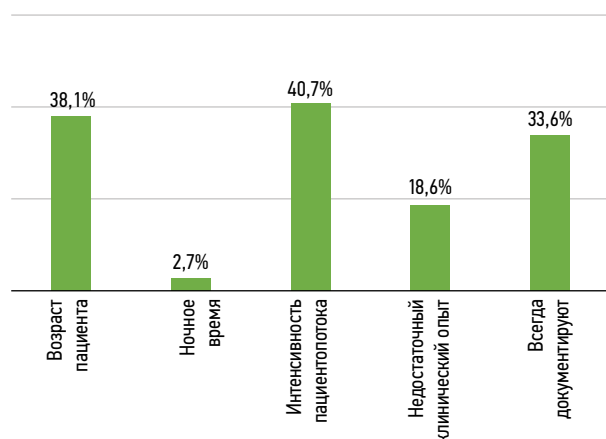


Рис. 8. Факторы, препятствующие документированию болевой симптоматики.

Fig. 8. Factors preventing the documentation of pain symptoms.

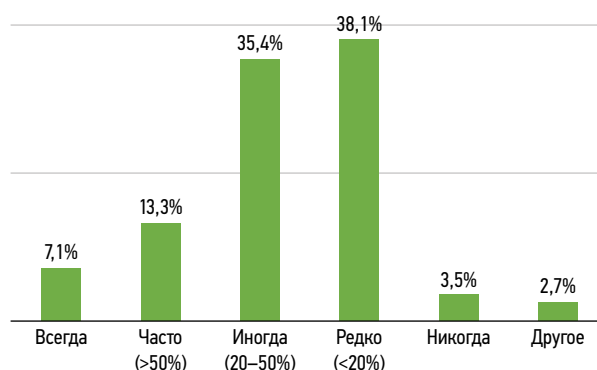


Рис. 9. Необходимость анальгезии на этапе первичного приёма.

Fig. 9. The need for analgesia at the stage of primary administration.

госпитализации чаще всего [67,3% (76)] применялись НПВП (ибупрофен, кетопрофен, диклофенак, нимесулид, коксибы и др.), около половины специалистов [47,8% (54)] использовали метод охлаждения, примерно с одинаковой частотой применяли местную анестезию (контактную, инфильтрационную, регионарную) и метамизол натрия [38,9% (44) и 35,4% (40) соответственно]. 15,9% (18) респондентов назначали парацетамол, 8,0% (9) обезболивание не использовали (рис. 11).

Пероральные анальгетики большая часть участников исследования (65,5% (74)) не используют непосредственно на приёме, практически каждый пятый специалист [18,6% (21)] данную форму обезболивающих препаратов применяет в зависимости от особенностей повреждения, 14,1% (16) — в случае необходимости проведения несложных медицинских манипуляций (рентгеновское исследование, наложение повязки и т.п.) (рис. 12).

При этом для выбора пероральных обезболивающих средств врачи-травматологи в половине случаев руководствовались профессиональными источниками информации и своим практическим опытом [54,9% (62) и 53,1% (60) соответственно], каждый пятый — наличием препаратов в домашней аптечке семьи пациента и рекомендациями

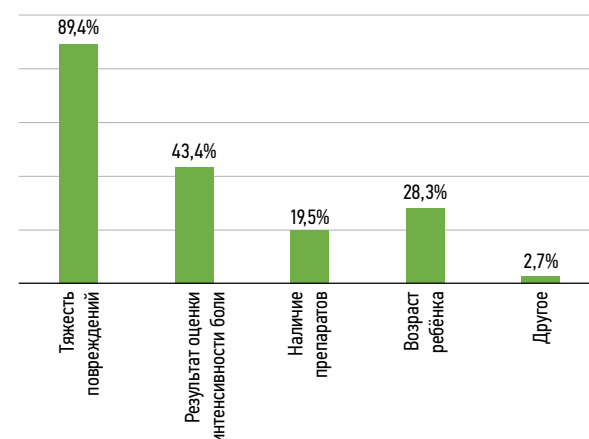


Рис. 10. Основания для назначения анальгезии.

Fig. 10. The grounds for prescribing analgesia.

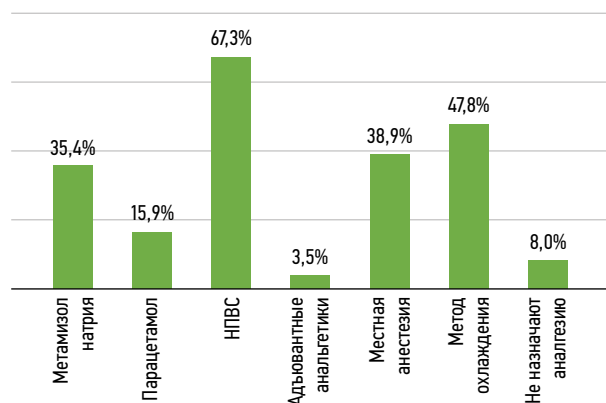


Рис. 11. Препараты и методы обезболивания на первичном приёме.

Fig. 11. Drugs and methods of anesthesia at the initial admission.

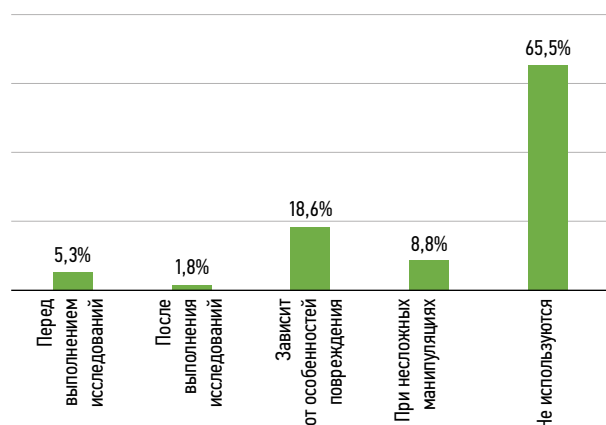


Рис. 12. Применение пероральных анальгетиков на первичном приёме.

Fig. 12. The use of oral analgesics at the initial intake.

вышестоящих инстанций [22,1% (25) и 19,5% (22) соответственно], каждый десятый опрошенный [11,5% (13)] — информацией, полученной от коллег (рис. 13).

Из препаратов купирования болевого синдрома при отсутствии показаний для применения наркотических анальгетиков детям до 12 лет большинство специалистов [89,4% (101)] назначают ибупрофен, на втором месте по частоте использования [44,2% (50)] находится

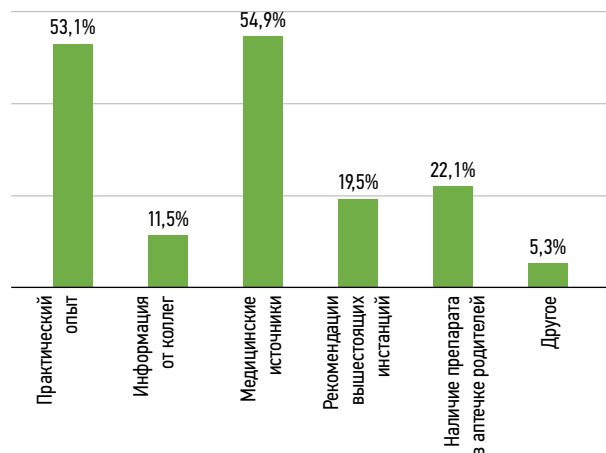


Рис. 13. Обоснованность выбора пероральных анальгетиков.

Fig. 13. The validity of the choice of oral analgesics.

парацетамол, на третьем — нимесулид и метамизол натрия [23,9% (27) и 18,6% (21) соответственно] (рис. 14).

В назначениях анальгетиков детям старше 12 лет отмечается несколько иная структура. Практически с одинаковой частотой применяется ибупрофен и нимесулид [69,9% (79) и 61,9% (70) соответственно], почти в два раза реже используются парацетамол и кетопрофен [36,3% (41)], на третьем месте по частоте назначений находится диклофенак [31,0% (35)] и только 17,7% (20) участников исследования применяют метамизол натрия. Другие обезболивающие препараты используются значительно реже (рис. 15).

Практически поровну разделились мнения специалистов в вопросе необходимости использования анальгезии перед выполнением медицинских манипуляций: иногда (в 20–50% случаев) — 26,5% (30); часто (более, чем в 50% случаев) — 23,0% (26); редко (менее, чем в 20% случаев) — 22,1% (25); всегда — 20,4% (23) и лишь 5,3% (6) опрошенных никогда не используют обезболивающие препараты (рис. 16).

При этом из методов обезболивания перед выполнением медицинских манипуляций чаще всего [79,6% (90)] используется местная анестезия (контактная,

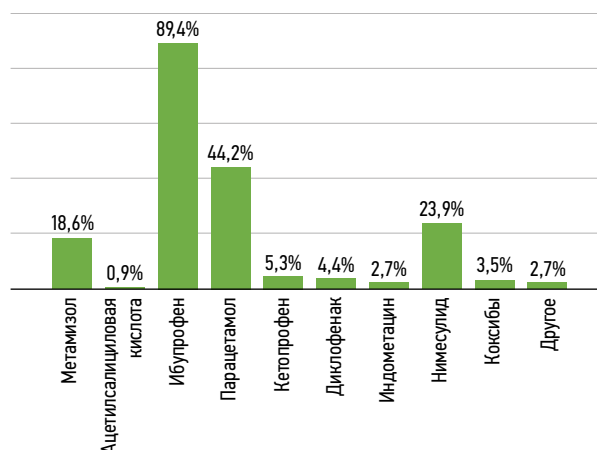


Рис. 14. Препараты для анальгезии у детей младше 12 лет.

Fig. 14. Drugs for analgesia in children under 12 years of age.

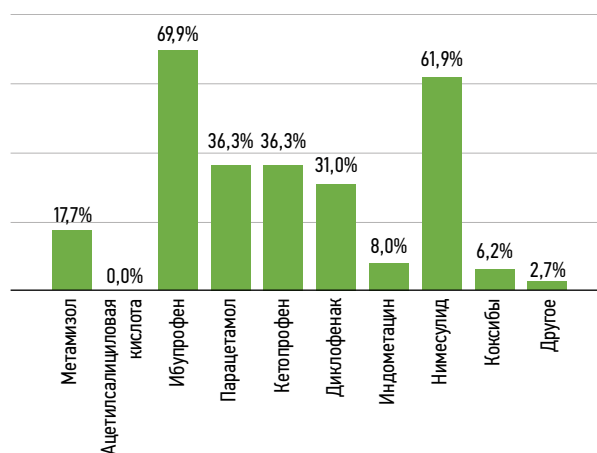


Рис. 15. Препараты для анальгезии у детей старше 12 лет.

Fig. 15. Drugs for analgesia in children over 12 years of age.

инфильтрационная, регионарная), около трети [28,3% (32)] травматологов используют НПВС (ибупрофен, кетопрофен, диклофенак, нимесулид, коксибы), примерно каждый пятый респондент [18,6% (21)] — метамизол натрия, каждый десятый [10,6% (12)] — парацетамол, 7,1% (8) врачей анальгезию не назначают (рис. 17).

Только около половины опрошенных [46% (52)] всегда проводят повторную оценку боли в динамике; 16,8% (19) респондентов — не проводят; часто (более, чем в 50% случаев) — 14,2% (16); и каждый десятый участник исследования [11,5% (13)] проводит иногда (в 20–50% случаев) или часто (более, чем в 50% случаев) (рис. 18).

Рекомендации родителям по использованию анальгетиков после оказания специализированной медицинской помощи ребёнку большая часть врачей-травматологов [63,7% (72)] дают всегда; примерно каждый пятый [18,6% (21)] — часто (более, чем в 50% случаев); иногда (в 10–50% случаев) или редко (менее, чем в 10% случаев) — 7,1% (8) и никогда не дают рекомендаций 2,7% (3) опрошенных (рис. 19).

В ситуации отсутствия рекомендаций врача по обезболиванию, только 8,8% (10) родителей всегда обращаются с вопросом о необходимости дальнейшего применения анальгетиков на дому, 36,3% (41) — редко (менее, чем в 20% случаев), каждый пятый — часто (более, чем

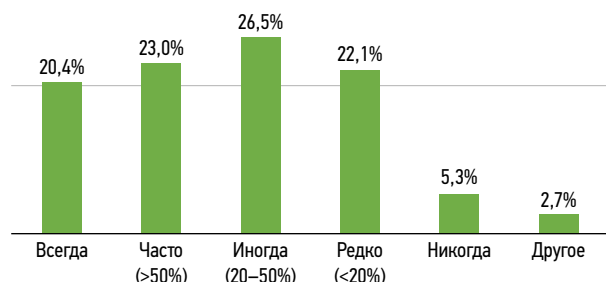


Рис. 16. Частота обезболивания перед выполнением манипуляций.
Fig. 16. The frequency of anesthesia before performing manipulations.

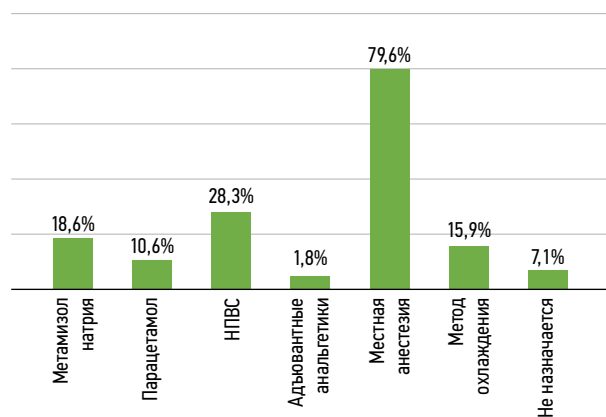


Рис. 17. Частота методов обезболивания перед выполнением манипуляций.
Fig. 17. The frequency of pain relief methods before performing manipulations.

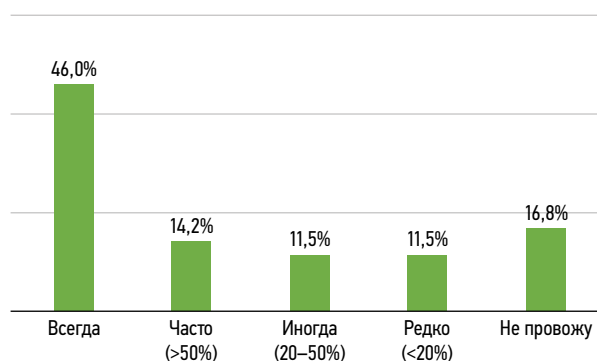


Рис. 18. Частота проведения оценки боли в динамике.
Fig. 18. The frequency of pain assessment in dynamics.

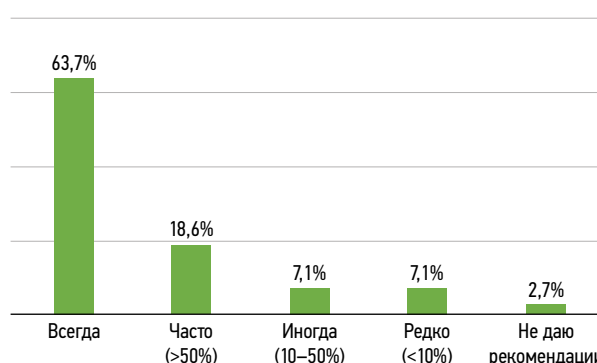


Рис. 19. Частота выдачи рекомендаций по анальгезии на дому после оказания медицинской помощи.
Fig. 19. The frequency of issuing recommendations for analgesia at home after medical care.

в 50% случаев) [21,2% (24)] и иногда (в 20–50% случаев) [20,4% (23)], никогда — 13,3% (15) (рис. 20).

В назначении пероральных анальгетиков для продолжения лечения на дому большая часть специалистов [76,1% (86)] руководствуются клинической картиной и тяжестью полученных травм, в 15,9% (18) — собственным опытом в оценке данного типа повреждений, в 4,4% (5) — эмоциональной реакцией ребёнка и родителей, а также наличием препаратов в домашней аптечке (рис. 21).

При этом около половины респондентов [45,1% (51)] рекомендуют 2–3 конкретных препарата по международному непатентованному наименованию (МНН)

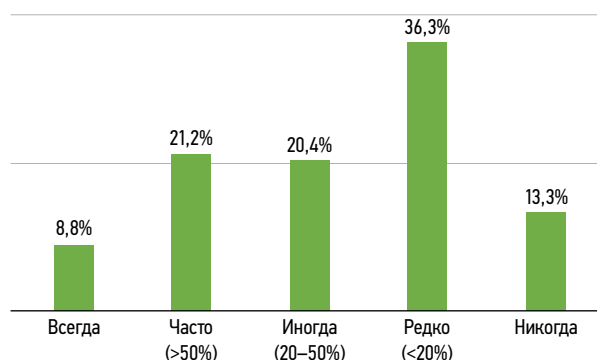


Рис. 20. Частота обращений родителей с вопросом об обезболивании на дому.
Fig. 20. The frequency of parents' requests for pain relief at home.

с подробным описанием схемы приёма и упоминанием ещё 2–3 препаратов (МНН), 37,2% (42) — подробно описывают схему приёма одного конкретного препарата (МНН), 15,9% (18) — назначают анальгезию в целом, не выделяя отдельные препараты с возможностью самостоятельного выбора анальгетика при наличии его в домашней аптечке, 1,8% (2) участников исследования назначают обезболивание в целом, не выделяя отдельные препараты, с возможностью применения имеющегося в аптеке по рекомендации провизора (рис. 22).

В случае выбора одного конкретного препарата (МНН) с описанием подробной схемы лечения, при условии отсутствия необходимости применения наркотических анальгетиков, травматологи чаще всего [60,2% (68)] назначают ибупрофен, примерно каждый пятый опрошенный [18,6% (21)] — нимесулид. Другие анальгетики из предложенного списка используются значительно реже (рис. 23).

При этом отметили, что не имеет значения, является ли необходимый препарат рецептурным 38,9% (44)

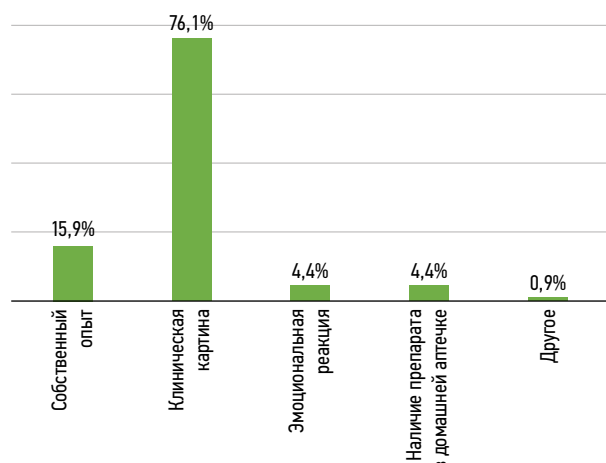


Рис. 21. Факторы назначения пероральных анальгетиков в ходе лечения на дому.

Fig. 21. Factors in the administration of oral analgesics during home treatment.

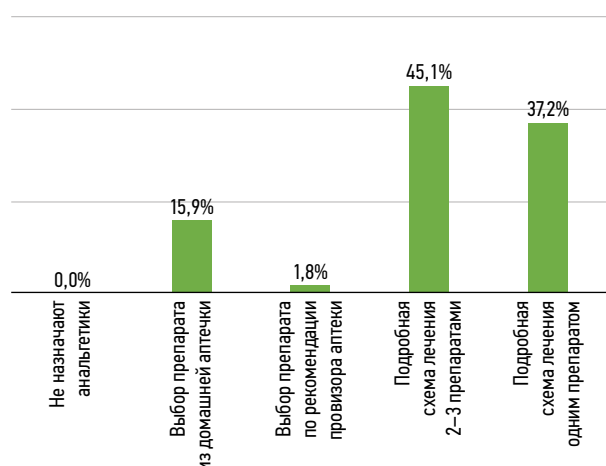


Рис. 22. Частота назначения подробной схемы лечения на дому.

Fig. 22. The frequency of prescribing a detailed treatment regimen at home.

респондентов, большая же часть участников исследования [58,4% (66)] стараются не назначать рецептурных лекарственных средств (рис. 24).

ОБСУЖДЕНИЕ И ВЫВОДЫ

Результаты проведённого исследования свидетельствуют об отсутствии единого системного подхода к вопросу обезболивания у детей с травматическими повреждениями лёгкой и средней степени тяжести; методам анальгезии на амбулаторном этапе оказания медицинской помощи придается недостаточное значение, что полностью коррелирует с работами S. Hartshorn и соавт., A. Holak и соавт. [7, 8].

Несмотря на то, что многие врачи готовы провести подробную консультацию о возможностях анальгезии на дому, в ряде случаев вопросы обезболивания остаются на усмотрение родителей, как правило, не владеющих необходимыми знаниями в данном вопросе. Так, исследование испанских ученых M.C. Míguez-Navarro и соавт., проведённое в 2022 году, наглядно подтверждает данный факт [10].

Определение показаний к выполнению обезболивания при обращении пациента и его продолжению

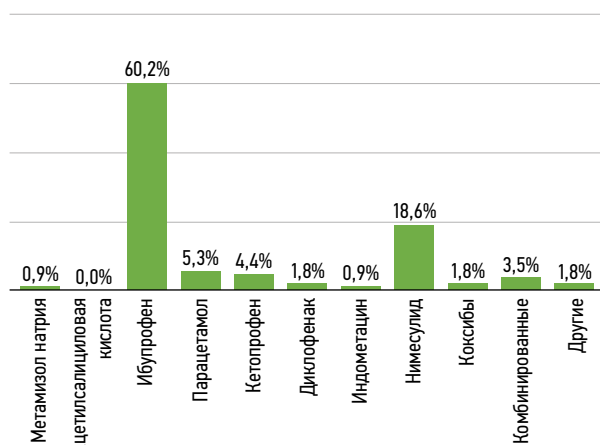


Рис. 23. Частота использования препаратов с подробной схемой лечения на дому.

Fig. 23. The frequency of use of drugs with a detailed treatment regimen at home.

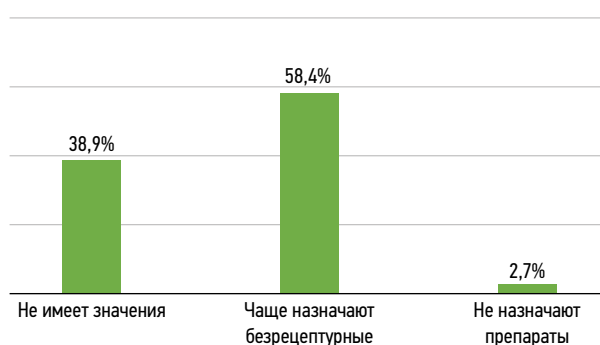


Рис. 24. Значение рецептурности анальгетика.

Fig. 24. The value of the prescription of an analgesic.

в амбулаторных условиях требует внедрения в клиническую практику специализированных шкал оценки болевого синдрома у детей в дифференцировке по возрастным группам (например, NIPS или шкалы боли Детской больницы Восточного Онтарио для детей грудного возраста, ВАШ или цифровой рейтинговой шкалы для детей младшего школьного возраста и старше, а также их аналогов).

С этой же целью необходимы разработки и внедрение в клиническую практику методических рекомендаций и стандартов применения анальгетиков на догоспитальном этапе оказания медицинской помощи детскому населению, включающих исчерпывающие сведения о современных эффективных безопасных лекарственных препаратах последних поколений, специальных формах выпуска, возрастных особенностях применения. При этом ряд зарубежных исследователей (А. Jaeger и соавт., А. Murphy и соавт.) в своих работах ведущее значение придают вопросу объективизации боли с четким обоснованием использования фармакологических препаратов для её купирования [9, 11].

В то же время необходимо учитывать, что применение анальгетиков в амбулаторных условиях рекомендовано только для купирования первичного болевого синдрома, вызванного травмой. Длительное сохранение или усиление болевой симптоматики, особенно в условиях выполненной ранее иммобилизации, может быть проявлением осложненного течения заболевания — развивающегося компартмент-синдрома — и требует неотложного осмотра ребёнка специалистом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Определение показаний к выполнению обезбоживания при обращении пациента в медицинское учреждение и его продолжению в амбулаторных условиях требует внедрения в клиническую практику специализированных шкал оценки болевого синдрома у детей

в дифференцировке по возрастным группам, разработки методических рекомендаций и стандартов применения анальгетиков на догоспитальном этапе оказания медицинской помощи детскому населению, включающих исчерпывающие сведения о современных эффективных безопасных лекарственных препаратах последних поколений, специальных формах выпуска, возрастных особенностях применения.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Источник финансирования. Исследование проведено при поддержке компании «Др. Редди'с Лабораторис».

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии явных и потенциальных конфликтов интересов.

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE. Наибольший вклад распределён следующим образом: Д.Ю. Выборнов, А.В. Некрутов — научно-практическое руководство, консультирование, написание и редактирование текста; Н.Ю. Семенов — обзор литературы, сбор и анализ литературных источников, написание текста; К.Е. Хмельницкий, А.О. Ильин — обобщение данных с графическим и содержательным анализом, статистическая обработка материала.

ADDITIONAL INFORMATION

Funding source. The study was conducted with the support of the company "Dr. Reddy's Labs."

Competing interests. The authors claim that there is no conflict of interest in the article.

Authors' contribution. All authors confirm compliance of their authorship with the international ICMJE criteria. The largest contribution is distributed as follows: D.Y. Vybornov, A.V. Nekrutov — scientific and practical guidance, consulting, manuscript writing and editing; N.Y. Semenov — literature review, collection and analysis of literary sources, manuscript writing; K.E. Khmelnsky, A.O. Ilyin — generalization of data with graphical and meaningful analysis, statistical processing of the material.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лебедева Р.Н., Никода В.В. Фармакотерапия острой боли. Москва: АирАрт, 1998. 184 с.
2. Вейн А.В., Авруцкий М.Я. Боль и обезбоживание. Москва: Медицина, 1997. 173 с.
3. MacPherson R.D. New directions in pain management // *Drugs Today*. 2002. Vol. 38, N 2. P. 135–145. doi: 10.1358/dot.2002.38.2.668325
4. WHO Guidelines Approved by the Guidelines Review Committee. WHO guidelines on the pharmacological treatment of persisting pain in children with medical illnesses. Geneva: World Health Organization, 2012.
5. WHO Guidelines Approved by the Guidelines Review Committee. WHO guidelines for the pharmacological and radiotherapeutic management of cancer pain in adults and adolescents. Geneva: World Health Organization, 2018.
6. Gausche-Hill M., Brown K.M., Oliver Z.J., et al. An evidence-based guideline for prehospital analgesia in trauma // *Prehosp Emerg Care*. 2014. Vol. 18, Suppl. 1. P. 25–34. doi: 10.3109/10903127.2013.844873
7. Hartshorn S., Durnin S., Lyttle M.D., Barrett M. Pain management in children and young adults with minor injury in emergency departments in the UK and Ireland: A PERUKI service evaluation // *BMJ Paediatr Open*. 2022. Vol. 6, N 1. P. e001273. doi: 10.1136/bmjpo-2021-001273
8. Holak A., Czaplak M., Zielinska M. Pre-hospital pain management in children with Injuries: A retrospective cohort study // *J Clin Med*. 2021. Vol. 10, N 14. P. 3056. doi: 10.3390/jcm10143056
9. Jaeger A., Dudley N., Holsti M., et al. Impact of an offline pain management protocol on prehospital provider self-efficacy: A randomized trial // *Pediatr Emerg Care*. 2017. Vol. 33, N 6. P. 388–395. doi: 10.1097/PEC.0000000000000657

10. Míguez-Navarro M.C., Escobar-Castellanos M., Guerrero-Márquez G., et al. Pain prevalence among children visiting pediatric emergency departments // *Pediatr Emerg Care*. 2022. Vol. 38, N 5. P. 228–234. doi: 10.1097/PEC.0000000000002580
11. Murphy A., McCoy S., Kay O'Reilly K., et al. A prevalence and management study of acute pain in children attending emergency departments by ambulance // *Prehosp Emerg Care*. 2016. Vol. 20, N 1. P. 52–58. doi: 10.3109/10903127.2015.1037478
12. Chumpitazi C.E., Chang C., Atanelov Z., et al. Managing acute pain in children presenting to the emergency department without opioids // *J Am Coll Emerg Physicians Open*. 2022. Vol. 3, N 2. P. e12664. doi: 10.1002/emp.2.12664
13. O'Donnell F.T. Pediatric pain management: A review // *Mo Med*. 2014. Vol. 111, N 3. P. 231–237.
14. Poonai N., Bhullar G., Lin K., et al. Oral administration of morphine versus ibuprofen to manage postfracture pain in children: A randomized trial // *CMAJ*. 2014. Vol. 186, N 18. P. 1358–1363. doi: 10.1503/cmaj.140907
15. Poddighe D., Brambilla I., Licari A., Marseglia G.L. Ibuprofen for pain control in children: New value for an old molecule // *Pediatr Emerg Care*. 2019. Vol. 35, N 6. P. 448–453. doi: 10.1097/PEC.0000000000001505
16. Кривошапкин А.Л. Физиология боли. Современные концепции и механизмы. Обзор иностранной литературы. В: Боль и ее лечение. Портал по изучению боли [Интернет]. Новосибирск: Межрегиональный общественный Сибирский противоболевой фонд, 2024. Режим доступа: <https://painstudy.ru/matls/review/fizio.htm> Дата обращения: 15.03.2024
17. Garcia-Larrea L., Magnin M. Pathophysiology of neuropathic pain: Review of experimental models and proposed mechanisms // *Press Med*. 2008. Vol. 37, N 2, Pt. 2. P. 315–340. doi: 10.1016/j.lpm.2007.07.025
18. Никода В.В., Маячкин Р.Б. Применение анальгетика на основе ибупрофена и кодеина («Нурофен плюс») в послеоперационном периоде // *РМЖ*. 2002. Т. 10, № 21. С. 978–984. EDN: YVNFWF
19. Ветров В.П., Длин В.В. Рациональное применение антипиретиков у детей. Пособие для врачей. Москва, 2002. 207 с.
20. Calvani M. Sindrome di Reye: morte di una sindrome? (O morire per una sindrome?) (In Italian). // *Recenti Prog Med*. 2000. Vol. 91, N 12. P. 675–680.
21. Center for Disease Control. National Reye syndrome surveillance — United States // *N Engl J Med*. 1999. N 340. P. 1377.
22. Hedenmalm K., Spigset O. Agranulocytosis and other blood dyscrasias associated with dipyron (metamizole) // *Eur J Clin Pharmacol*. 2002. Vol. 58, N 4. P. 265–274. doi: 10.1007/s00228-002-0465-2
23. Ушкалова Е.А., Астахова А.В. Проблемы безопасности анальгина // *Фарматека*. 2003. № 1. С. 74–79.
24. Bertin L., Pons G., D'Athis P., et al. Randomized, doubleblind, multicenter, controlled trial of ibuprofen versus acetaminophen (paracetamol) and placebo for treatment of symptoms of tonsillitis and pharyngitis in children // *J Pediatr*. 1991. Vol. 119, N 5. P. 811–814. doi: 10.1016/s0022-3476(05)80308-7
25. Lesko S.M., Mitchell A.A. Renal function after short-term ibuprofen use in infants and children // *Pediatrics*. 1997. Vol. 100, N 6. P. 954–957. doi: 10.1542/peds.100.6.954
26. Autret E., Reboul-Marty J., Henry-Launois B., et al. Evaluation of ibuprofen versus aspirin and paracetamol on efficacy and comfort in children with fever // *Eur J Clin Pharmacol*. 1997. Vol. 51, N 5. P. 367–371. doi: 10.1007/s002280050215
27. Argentieri J., Morrone K., Pollack Y. Acetaminophen and ibuprofen overdose // *Pediatr Rev*. 2012. Vol. 33, N 4. P. 188–189. doi: 10.1542/pir.33-4-188
28. Shepherd M., Aickin R. Paracetamol versus ibuprofen: A randomized controlled trial of outpatient analgesia efficacy for paediatric acute limb fractures // *Emerg Med Australas*. 2009. Vol. 21, N 6. P. 484–490. doi: 10.1111/j.1742-6723.2009.01232.x
29. McQuay H.J., Moore R.A. An evidencebased resource for pain relief. Oxford; New York: Oxford University Press, 1998.
30. Геппе Н.А., Зайцева О.В. Представления о механизмах лихорадки у детей и принципах жаропонижающей терапии // *РМЖ*. 2003. Т. 11, № 1. С. 31–37.
31. Государственный реестр лекарственных средств [Internet]. Москва: Минздрав РФ, 2000–2024. Режим доступа: <https://grls.rosminzdrav.ru/> Дата обращения: 17.05.2021.
32. Таточенко В.К. Педиатру на каждый день. Справочник по лекарственной терапии. Москва, 2019. 224 с.
33. Зайцева О.В. Лечение острой боли у детей (обзор международных исследований и клинических рекомендаций) // *Педиатрия. Consilium Medicum*. 2019. № 3. С. 61–68. doi: 10.26442/26586630.2019.3.190624
34. Зайцева О.В. Применение анальгетиков-антипиретиков в педиатрии // *Педиатрическая фармакология*. 2008. Т. 5, № 2. С. 76–81. EDN: KBXBZJ
35. Вайнилович Е.Г., Горчакова А.Г., Бурыкин П.С. Принципы ведения детей с болевым синдромом // *Здравоохранение (Минск)*. 2015. № 6. С. 28–38. EDN: UCLGZF
36. Тепаев Р.Ф., Обедин А.Н. Синдром боли у детей: диагностика и лечение // *Педиатрическая фармакология*. 2014. Т. 11, № 6. С. 86–91. EDN: TGIXAD doi: 10.15690/pf.v11i6.1222
37. Ушкалова Е.А., Илларионова Т.С., Романова О.Л. Сравнительная оценка эффективности и безопасности парацетамола и ибупрофена у детей и беременных женщин // *Медицинские технологии. Оценка и выбор*. 2011. № 2. С. 9–15. EDN: OJMZKT
38. Аляутдин Р.Н., Романов Б.К., Лепехин В.К., Переверзев А.П. К вопросу о безопасности ацетаминофена // *Безопасность и риск фармакотерапии*. 2014. № 2. С. 5–9. EDN: UCEGRF

REFERENCES

1. Lebedeva RN, Nikoda VV. *Pharmacotherapy of acute pain*. Moscow: AirArt; 1998. 184 p. (In Russ.)
2. Vane AV, Avrutsky MYa. *Pain and pain relief*. Moscow: Meditsina; 1997. 173 p. (In Russ.)
3. MacPherson RD. New directions in pain management. *Drugs Today*. 2002;38(2):135–145. doi: 10.1358/dot.2002.38.2.668325
4. WHO Guidelines Approved by the Guidelines Review Committee. *WHO guidelines on the pharmacological treatment of persisting pain in children with medical illnesses*. Geneva: World Health Organization; 2012.
5. WHO Guidelines Approved by the Guidelines Review Committee. *WHO guidelines for the pharmacological and radiotherapeutic*

- management of cancer pain in adults and adolescents. Geneva: World Health Organization; 2018.
6. Gausche-Hill M, Brown KM, Oliver ZJ, et al. An evidence-based guideline for prehospital analgesia in trauma. *Prehosp Emerg Care*. 2014;18(Suppl. 1):25–34. doi: 10.3109/10903127.2013.844873
7. Hartshorn S, Durnin S, Lyttle MD, Barrett M. Pain management in children and young adults with minor injury in emergency departments in the UK and Ireland: A PERUKI service evaluation. *BMJ Paediatr Open*. 2022;6(1):e001273. doi: 10.1136/bmjpo-2021-001273
8. Holak A, Czapla M, Zielinska M. Pre-hospital pain management in children with Injuries: A retrospective cohort study. *J Clin Med*. 2021;10(14):3056. doi: 10.3390/jcm10143056
9. Jaeger A, Dudley N, Holsti M, et al. Impact of an offline pain management protocol on prehospital provider self-efficacy: A randomized trial. *Pediatr Emerg Care*. 2017;33(6):388–395. doi: 10.1097/PEC.0000000000000657
10. Míguez-Navarro MC, Escobar-Castellanos M, Guerrero-Márquez G, et al. Pain prevalence among children visiting pediatric emergency departments. *Pediatr Emerg Care*. 2022;38(5):228–234. doi: 10.1097/PEC.0000000000002580
11. Murphy A, McCoy S, Kay O'Reilly K, et al. A prevalence and management study of acute pain in children attending emergency departments by ambulance. *Prehosp Emerg Care*. 2016;20(1):52–58. doi: 10.3109/10903127.2015.1037478
12. Chumtitz CE, Chang C, Atanelov Z, et al. Managing acute pain in children presenting to the emergency department without opioids. *J Am Coll Emerg Physicians Open*. 2022;3(2):e12664. doi: 10.1002/emp2.12664
13. O'Donnell FT. Pediatric pain management: A review. *Mo Med*. 2014;111(3):231–237.
14. Poonai N, Bhullar G, Lin K, et al. Oral administration of morphine versus ibuprofen to manage postfracture pain in children: A randomized trial. *CMAJ*. 2014;186(18):1358–1363. doi: 10.1503/cmaj.140907
15. Poddighe D, Brambilla I, Licari A, Marseglia GL. Ibuprofen for pain control in children: New value for an old molecule. *Pediatr Emerg Care*. 2019;35(6):448–453. doi: 10.1097/PEC.0000000000001505
16. Krivoschapkin AL. The physiology of pain. Modern concepts and mechanisms. A review of foreign literature. In: *Pain and its treatment. Pain Research Portal* [Internet]. Novosibirsk: The Interregional Public Siberian Anti-Pain Fund, 2023 [cited 2024 Mar 15]. Available from: <https://painstudy.ru/matts/review/fizio.htm>
17. Garcia-Larrea L, Magnin M. Pathophysiology of neuropathic pain: Review of experimental models and proposed mechanisms. *Press Med*. 2008;37(2, Pt. 2):315–340. doi: 10.1016/j.lpm.2007.07.025
18. Nikoda VV, Mayachkin RB. The use of analgesic based on ibuprofen and codeine (Nurofen Plus) in the postoperative period. *RMJ (Russ Med J)*. 2002;10(21):978–984. (In Russ.) EDN: YVNFWF
19. Vetrov VP, Dlin VV. *Rational use of antipyretics in children*. A manual for doctors. Moscow; 2002. 207 p. (In Russ.)
20. Calvani M. Sindrome di Reye: morte di una sindrome? (O morire per una sindrome?) (In Italian). *Recenti Prog Med*. 2000;91(12):675–680.
21. Center for Disease Control. National Reye syndrome surveillance — United States. *N Engl J Med*. 1999;340(13):1377.
22. Hedenmalm K, Spigset O. Agranulocytosis and other blood dyscrasias associated with dipyron (metamizole). *Eur J Clin Pharmacol*. 2002;58(4):265–274. doi: 10.1007/s00228-002-0465-2
23. Ushkalova EA, Astahova AV. Analgin safety concerns. *Farmateka*. 2003;(1):74–79. (In Russ.)
24. Bertin L, Pons G, D'Athis P, et al. Randomized, doubleblind, multicenter, controlled trial of ibuprofen versus acetaminophen (paracetamol) and placebo for treatment of symptoms of tonsillitis and pharyngitis in children. *J Pediatr*. 1991;119(5):811–814. doi: 10.1016/s0022-3476(05)80308-7
25. Lesko SM, Mitchell AA. Renal function after short-term ibuprofen use in infants and children. *Pediatrics*. 1997;100(6):954–957. doi: 10.1542/peds.100.6.954
26. Autret E, Reboul-Marty J, Henry-Launois B, et al. Evaluation of ibuprofen versus aspirin and paracetamol on efficacy and comfort in children with fever. *Eur J Clin Pharmacol*. 1997;51(5):367–371. doi: 10.1007/s002280050215
27. Argentieri J, Morrone K, Pollack Y. Acetaminophen and ibuprofen overdosage. *Pediatr Rev*. 2012;33(4):188–189. doi: 10.1542/pir.33-4-188
28. Shepherd M, Aickin R. Paracetamol versus ibuprofen: A randomized controlled trial of outpatient analgesia efficacy for paediatric acute limb fractures. *Emerg Med Australas*. 2009;21(6):484–490. doi: 10.1111/j.1742-6723.2009.01232.x
29. McQuay HJ, Moore RA. *An evidencebased resource for pain relief*. Oxford; New York: Oxford University Press; 1998.
30. Geppe NA, Zaytseva OV. Ideas about the mechanisms of fever in children and the principles of antipyretic therapy. *RMJ (Russ Med J)*. 2003;11(1):31–37. (In Russ.)
31. The State Register of Medicines [Internet]. Moscow: Ministry of Health of Russian Federation; 2000–2024 [cited 17.05.2021]. Available from: <https://grls.rosminzdrav.ru/> (In Russ.)
32. Tatochenko VK. *A pediatrician for every day. Handbook of drug therapy*. Moscow; 2019. 224 p. (In Russ.)
33. Zaytseva OV. Treatment of acute pain in children (review of international studies and clinical recommendations). *Pediatrics. Consilium Medicum*. 2019;(3):61–68. doi: 10.26442/26586630.2019.3.190624
34. Zaytseva OV. Analgesics antipyretics in pediatrics. *Pediatric pharmacology*. 2008;5(2):76–81. EDN: KBXBZJ
35. Vainilovich EG, Gorchakova AG, Burykin PS. Principles of managing children with pain syndrome. *Zdravookhranenie (Minsk)*. 2015;(6):28–38. EDN: UCLGZF
36. Tepaev RF, Obedin AN. Pain syndrome in children: Diagnosis and treatment. *Pediatric pharmacology*. 2014;11(6):86–91. EDN: TGIXAD doi: 10.15690/pf.v11i6.1222
37. Ushkalova EA, Illarionova TS, Romanova OL. Comparative efficacy and safety of paracetamol and ibuprofen in children and pregnant women. *Medical technologies: Assessment and choice*. 2011;(2):9–15. EDN: OJMZKT
38. Alyautdin RN, Lepakhin VK, Romanov BK, Pereverzev AP. On the safety of acetaminophen. *Safety and risk of pharmacotherapy*. 2014;(2):5–9. EDN: UCEGRF

ОБ АВТОРАХ

*** Некрутов Александр Вадимович**, канд. мед. наук;
адрес: Россия, 119180, Москва, ул. Большая Полянка, д. 22;
eLibrary SPIN: 6600-8961;
e-mail: nekrutovav@zdrav.mos.ru

Выборнов Дмитрий Юрьевич, д-р мед. наук, профессор;
ORCID: 0000-0001-8785-7725;
eLibrary SPIN: 2660-5048;
e-mail: vybornovdy@zdrav.mos.ru

Семенов Николай Юрьевич;
e-mail: semenovnyu@mail.ru

Хмельницкий Константин Евгеньевич;
e-mail: khmelnitskijke@zdrav.mos.ru

Ильин Андрей Олегович;
e-mail: ilinao@zdrav.mos.ru

AUTHORS' INFO

*** Aleksandr V. Nekrutov**, MD, Cand. Sci. (Medicine);
address: 22 Bolshaya Polyanka street, 119180 Moscow, Russia;
eLibrary SPIN: 6600-8961;
e-mail: nekrutovav@zdrav.mos.ru

Dmitry Yu. Vybornov, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor;
ORCID: 0000-0001-8785-7725;
eLibrary SPIN: 2660-5048;
e-mail: vybornovdy@zdrav.mos.ru

Nikolay Yu. Semenov, MD;
e-mail: semenovnyu@mail.ru

Konstantin Ye. Khmelnitskiy, MD;
e-mail: khmelnitskijke@zdrav.mos.ru

Andrey O. Ilyin, MD;
e-mail: ilinao@zdrav.mos.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/ps662>

Черепно-мозговая травма у младенцев и детей раннего возраста (обзор литературы)

А.Д. Маматкулов, Е.С. Зайцева, Ж.Б. Семенова, Т.А. Ахадов

Научно-исследовательский институт неотложной детской хирургии и травматологии, Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Одной из острых проблем неотложной нейрохирургии является черепно-мозговая травма у детей. Острота проблемы определяется частотой, высокой долей инвалидизации и летальности. Не утратили актуальности вопросы медико-социальных исследований, диагностики и лечения черепно-мозговой травмы. Разрабатываются меры профилактики, такие как улучшение родительского контроля и повышение безопасности в быту.

Проведён анализ отечественных и зарубежных литературных данных за последние 15 лет по черепно-мозговой травме у младенцев и детей раннего возраста. Поиск проводился по ключевым словам «черепно-мозговая травма», «переломы черепа» в базах данных Google Scholar, eLibrary, PubMed и Medline. Было проанализировано 243 источника, из которых для анализа отобрано 45 статей (количество отечественных публикаций — 21). Данные работы были посвящены отдельным аспектам черепно-мозговых травм у пациентов разных возрастных категорий.

Младенцы и дети раннего возраста представляют особую группу пострадавших при черепно-мозговых травмах в силу специфических анатомо-физиологических особенностей. Углубленное изучение характера повреждений у пациентов младенческого и раннего возраста необходимо в целях усовершенствования методов профилактики, диагностики и лечения черепно-мозговых травм.

Ключевые слова: черепно-мозговая травма; младенцы; дети раннего возраста.

Как цитировать:

Маматкулов А.Д., Зайцева Е.С., Семенова Ж.Б., Ахадов Т.А. Черепно-мозговая травма у младенцев и детей раннего возраста (обзор литературы) // Детская хирургия. 2024. Т. 28. № 2. С. 184–193. DOI: <https://doi.org/10.17816/ps662>

DOI: <https://doi.org/10.17816/ps662>

Traumatic brain injury in infants and little children (a literature review)

Alisher D. Mamatkulov, Ekaterina S. Zaitzeva, Zhanna B. Semenova, Tolibdzhon A. Ahadov

Clinical and Research Institute of Emergency Pediatric Surgery and Trauma, Moscow, Russia

ABSTRACT

One of the acute problems of emergency neurosurgery is craniocerebral injury in children. Acuteness of the problem is determined by the disease frequency, high percentage of disability and mortality. Issues of medical and social research, diagnostics and treatment of craniocerebral trauma have not lost their relevance. Preventive measures, such as improved parental control and increased safety in the home surrounding, are being developed. Domestic and foreign literature sources on craniocerebral trauma in infants and young children for the last 15 years have been analysed. The search was done using keywords: "craniocerebral trauma", "skull fractures" in such search engines as Google Scholar, eLibrary, PubMed and Medline. 243 sources were analysed, from which 45 articles were selected (21 domestic publications). These papers focused on specific aspects of traumatic brain injury in patients of different age categories. Infants and young children represent a specific group of traumatic brain injury victims due to specific anatomic and physiologic features. Better understanding of injury nature in infants and young children is necessary in order to improve traumatic brain injury prevention, diagnostics and treatment.

Keywords: traumatic brain injury; infants; little children.

To cite this article:

Mamatkulov AD, Zaitzeva ES, Semenova ZhB, Ahadov TA. Traumatic brain injury in infants and little children (a literature review). *Russian Journal of Pediatric Surgery*. 2024;28(2):184–193. DOI: <https://doi.org/10.17816/ps662>

МЕДИКО-СОЦИАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ И ЭПИДЕМИОЛОГИЯ ЧЕРЕПНО-МОЗГОВОЙ ТРАВМЫ У МЛАДЕНЦЕВ И ДЕТЕЙ РАННЕГО ВОЗРАСТА

Черепно-мозговая травма (ЧМТ) остаётся одной из значимых медицинских и социальных проблем в современном обществе. Поиск проводился по ключевым словам в базах данных Google Scholar, eLibrary, PubMed и Medline. Было проанализировано 243 источника, из которых для анализа отобраны 45 статей (количество отечественных публикаций — 21).

Согласно данным Всемирной организации здравоохранения, ЧМТ составляет 30–50% общего количества травм, и её частота ежегодно увеличивается на 2% [1, 2]. В детском возрасте в структуре всех травм ЧМТ является одним из часто встречающихся повреждений (40–50%). При этом ЧМТ у детей встречается в 1,5–2 раза чаще, чем у взрослых [3, 4].

В США в 2009 г. на оказание помощи при ЧМТ потрачено около 60 млрд долларов, в Европе в 2010 г. — 33 млрд долларов [5].

Встречаемость ЧМТ в разных странах варьирует: из расчёта на 1000 человек в Китае — 7,3%, в США — 5,3%, в России — 4%, в Германии — 3,65, в Шотландии — 1,1%. В странах СНГ частота ЧМТ среди детей раннего возраста колеблется в диапазоне 1,3–12%, что связано с особенностями региональных служб и диагностической сложностью [6]. В России, по данным С.А. Валиуллиной и Е.А. Шаровой, ЧМТ составила 4,5% от всех детских травм [7]. Ежегодные экономические затраты на лечение ЧМТ в нашей стране составляют около 3,5% валового внутреннего продукта (не менее 495 млрд рублей) [8–20]. По данным «НИИ неотложной детской хирургии и травматологии» г. Москва на 2021 г., стационарное лечение ребёнка с тяжёлой нейротравмой в 2021 г. обошлось в 1,1 млн рублей [9].

Несмотря на приводимые в публикациях данные, полноценной медико-социальной статистики по распространённости и последствиям ЧМТ у младенцев и детей раннего возраста нет.

По гендерному составу соотношение мальчиков и девочек, у которых была зарегистрирована ЧМТ, составляет 2:1 [7, 9, 10].

В сравнении с детьми старшего возраста, у детей до 3 лет со средней и тяжёлой ЧМТ риск неблагоприятного исхода выше (развитие внутричерепной гипертензии вследствие отёка мозга, дислокация мозга и, как следствие, сдавление и ишемия стволовых структур) [11–14]. С увеличением частоты тяжёлых ЧМТ наблюдается рост неврологических и психических расстройств, требующих длительного лечения и реабилитации. Именно эта категория пострадавших составляет более 50% в структуре детской ЧМТ [15].

АНАТОМО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГОЛОВНОГО МОЗГА У МЛАДЕНЦЕВ И ДЕТЕЙ РАННЕГО ВОЗРАСТА

Травматическое повреждение незрелого, развивающегося головного мозга и черепа ребёнка обуславливает специфику клинической картины, течения и исходов нейротравм. Это объясняется следующими анатомо-физиологическими особенностями [3, 16].

Диспропорция роста у детей до года проявляется быстрым увеличением объёма головы относительно длины тела. Объём черепа при рождении составляет 370 см³. В первые полгода жизни он достигает 751 см³, а по мере взросления увеличивается в 4 раза. Окружность черепа при рождении — около 34 см, к 12 мес. — около 46 см. Кожный покров головы нежный и тонкий, с рыхлой подкожной клетчаткой и слабым развитием соединительной, эластичной ткани и мышечных слоёв. Апоневроз тонкий, развит слабо, непрочно связан с кожей и надкостницей, легко отделяется от подкожной клетчатки. При ЧМТ это предрасполагает к возникновению скальпированных ран и появлению крупных подапоневротических гематом [17]. Одним из главных источников кровоснабжения черепа является надкостница, которая прочно сращена с костями черепа в области швов. В связи с этим поднадкостничные гематомы ограничиваются пределами одной кости [18]. Размер головы ребёнка младенческого возраста составляет 10–15% массы его тела, что в 5 раз больше, чем у взрослого. Неустойчивость и высокая подвижность головы во всех плоскостях обусловлена слабостью и неразвитостью мышц шеи, что создаёт условия для возникновения ускорительно-замедлительных травм [3, 18]. Череп младенца является тонким, эластичным, не полностью окостеневшим из-за недостаточности минеральных солей и слабого развития губчатого вещества. Этим объясняется редкость многооскольчатых переломов. Преобладают линейные и вдавленные (по типу «пинг-понг») переломы.

Основание черепа у младенцев ригидное, поскольку межкостные пространства заполнены хрящевой тканью. Ещё одной особенностью младенческого черепа является наличие родничка. Родничок может значительно уравнивать колебания внутричерепного давления, неизбежные при быстром росте головного мозга. Кроме того, родничок удобен в качестве естественного костного окна для проведения ультразвукового исследования [19].

Твёрдая мозговая оболочка у младенцев ещё плотно сращена с костями свода и основания черепа. Она начинает отделяться только к концу 3-го года жизни. Этим можно объяснить относительную редкость эпидуральных гематом у данной категории больных [15, 20]. Субдуральное пространство у детей до 3 лет сравнительно широкое относительно церебральных и субарахноидальных объёмных соотношений, вследствие чего изменение

внутричерепного давления при внутричерепных кровоизлияниях компенсируется и может долго не проявляться клинически. С другой стороны, высокая гидрофильность ткани мозга у детей раннего возраста в ряде случаев ЧМТ может приводить к резкому нарастанию неврологической симптоматики на фоне отёка мозга и его дислокации. А незавершённая миелинизация нервных волокон и нервных центров обуславливает бедность или мозаичность неврологической симптоматики [8, 20]. Наиболее частой причиной возникновения ЧМТ у младенцев (до 90% случаев) является бытовая травма, происходящая по вине взрослых — падение с небольших высот (рук, кровати, пеленального стола, детской коляски). У детей до 3 лет причинами ЧМТ чаще бывают падения с больших высот (окон, лестниц, балконов), уличные травмы и дорожно-транспортные происшествия [9, 11]. Ещё одной причиной называют «Shaken baby syndrome» или «Синдром тряски младенца», выделенный в 1946 г. J. Caffey. [21, 22]. Синдром характеризуется внутричерепным кровоизлиянием, отёком мозга и кровоизлиянием в сетчатку [21, 22]. Большинство пострадавших — дети до года, чаще 3–8 мес., редко — до 5 лет. В США ежегодно регистрируется от 750 до 3 750 подобных случаев. В Канаде этот показатель составляет 30 случаев на 100 тыс. детей в возрасте до 1 года. Многие случаи остаются нераспознанными вследствие отсутствия очевидцев. Впоследствии у 50–80% пострадавших детей развивается стойкий неврологический дефицит [9, 23, 24]. «Синдром тряски младенца» является также и основной причиной смерти и инвалидности младенцев и детей раннего возраста с ЧМТ [20, 22, 24].

В России чаще используется термин «Синдром жестокого обращения с детьми». Как причина ЧМТ у детей практически он не описывается либо в связи с отсутствием данного диагноза в МКБ-10, либо по причине отсутствия единой процедуры выявления.

КЛИНИЧЕСКАЯ КАРТИНА ЧЕРЕПНО-МОЗГОВОЙ ТРАВМЫ У МЛАДЕНЦЕВ И ДЕТЕЙ РАННЕГО ВОЗРАСТА

Клиническая картина ЧМТ у детей до 3 лет весьма скудна, что в значительной степени обуславливает трудность интерпретации клинической симптоматики. Менингеальные симптомы редки даже при наличии массивной геморрагии в ликворе. Также нехарактерна потеря сознания после ЧМТ. Общепринятой методикой определения выраженности угнетения сознания является модифицированная педиатрическая шкала комы. Использование шкалы комы Глазго рекомендуется для детей со среднетяжёлой и тяжёлой формами ЧМТ, тогда как при лёгкой форме она недостаточно валидна [12, 25].

Другой проблемой клинической диагностики у детей до 3 лет является практическая невозможность определения выраженности головной боли. Лишь некоторые

симптомы могут косвенно указывать на её наличие: вскрикивание, плач, беспокойство, раздражительность, отказ от пищи. По данным литературы, даже тщательное клиническое обследование в условиях стационара не всегда позволяет дифференцировать ушибы мозга лёгкой и средней степени тяжести в остром периоде. Однако именно в этом возрасте при внутричерепных гематомах может стремительно развиваться анемия, регистрируемая в 60–90% случаев. По этой причине возникает геморрагический шок, существенноотягощая прогноз [11, 12].

ДИАГНОСТИКА ЧЕРЕПНО-МОЗГОВОЙ ТРАВМЫ У МЛАДЕНЦЕВ И ДЕТЕЙ РАННЕГО ВОЗРАСТА

Учитывая стёртость неврологической симптоматики при ЧМТ у младенцев и детей раннего возраста, неотложное нейрохирургическое вмешательство аргументируют результатами инструментальных методов исследования — краниографии, нейросонографии, компьютерной томографии (КТ) и магнитно-резонансной томографии (МРТ) [26, 27, 28].

Краниография — простой и доступный метод диагностики костей свода и основания черепа. Детям с ЧМТ в приёмном покое стационара выполняют краниографию в 2 проекциях, чтобы исключить переломы черепа. Недостатком этого исследования является невозможность диагностировать внутричерепные повреждения [28, 29].

Нейросонография — безопасный и безболезненный способ визуализации внутричерепных изменений в реальном времени через большой открытый родничок у младенцев [16, 19, 30].

Транскраниальная ультрасонография — неинвазивный метод, используемый и после закрытия родничка через височные кости. Позволяет выполнить обследование головного мозга младенцам и детям раннего возраста. Дает более точную оценку внутричерепного пространства, выявляет нарушения проводимости ликворных пространств и наличие внутричерепных гематом [31].

КТ — золотой стандарт в неотложной нейротравматологии для диагностики внутричерепных повреждений мозга при ЧМТ. Помогает диагностировать степень ушиба головного мозга, наличие субарахноидальных кровоизлияний (САК) и переломов черепа [20, 27, 32]. По данным литературы, детям до 3 лет проведение рентгенографии нецелесообразно, если запланирована КТ, так как именно КТ позволяет максимально оценить весь комплекс повреждений: переломы черепных костей, повреждение мозга, наличие пневмоцефалии, скоплений крови.

МРТ имеет большую чувствительность в диагностике подострых внутричерепных гематом, ушибов и ишемии мозга, в том числе в области задней черепной ямки и перивентрикулярной зоне. Диффузно-взвешенная МРТ позволяет провести дифференциальную диагностику

вазогенного и цитотоксического отёка мозга, вторичных посттравматических ишемических повреждений. Диффузно-тензорную МРТ, которая позволяет оценивать повреждение нервных волокон, целесообразно использовать для мониторинга проводящих путей головного мозга у пациентов, перенёвших острый дислокационный синдром и диффузное аксональное повреждение.

ПЕРЕЛОМЫ КОСТЕЙ ЧЕРЕПА У МЛАДЕНЦЕВ И ДЕТЕЙ РАННЕГО ВОЗРАСТА

В подавляющем большинстве у детей до 3 лет при ЧМТ возникают переломы свода черепа. Они делятся на 3 группы: 1) линейные (трещины); 2) вдавленные — импрессионные и депрессионные; 3) диастатические или «растущие» — с расхождением краёв перелома или черепных швов.

Линейные переломы

У детей в возрасте до 3 лет линейные переломы костей черепа встречаются в 70% случаев. На КТ линейные переломы выглядят в виде тонкой линии без смещения фрагментов костей. Чаще всего локализуются в теменных костях и сопровождаются поднадкостничными гематомами, которые протекают без неврологической симптоматики на фоне удовлетворительного состояния ребёнка. Тяжёлые повреждения мозга при линейных переломах у детей раннего возраста наблюдаются в 11% случаев, при травме без переломов — в 9% [19, 22, 28, 32].

Вдавленные переломы

Вдавленные переломы у детей до 3 лет составляют 7–10% от всех травм головы. Отсутствие диплоического слоя способствует особому виду перелома по типу «пинг-понг» [33]. Локализуются такие переломы чаще в теменной кости. Они требуют хирургического лечения в следующих случаях:

- выраженное вдавление на глубину >5 мм,
- наличие неврологической симптоматики,
- повышение внутричерепного давления.

Если по данным КТ вдавление меньше толщины кости, репозиция не производится или производится с косметической целью.

Растущие переломы

Являются осложнением линейных переломов и встречаются в 0,05–1,6% случаев от всех переломов свода черепа. В 50% случаев возникают у детей до года, в 90% — у детей до 3 лет [32]. При линейном переломе повреждаются не только кости черепа, но и плотно сращённая с их внутренней поверхностью твёрдая мозговая оболочка. Её повреждение соответствует линии перелома. Сначала в дефект твёрдой мозговой оболочки выбухает арахноидальная оболочка, препятствуя заживлению дефекта. Затем туда

начинает выбухать мозг, увеличивая дефект твёрдой мозговой оболочки и оказывая локальное давление на тонкие кости черепа в области перелома. Это, в свою очередь, приводит к нарастанию диастаза костей в области перелома.

В диагностике при пальпировании определяется безболезненное выбухание мягких тканей, а по данным этапной рентгенодиагностики выявляется увеличивающийся перелом со склерозированными краями.

Изолированные переломы основания костей черепа у детей до 3 лет встречаются крайне редко. Перелом свода с переходом на основание возникает примерно в 10% случаев и почти всегда локализуется в передней черепной ямке (по причине неразвитости лобной пазухи) [5, 27, 33, 34].

Ушиб головного мозга

По данным литературы, ушибы головного мозга у детей до 3 лет диагностируются в диапазоне 10,1–57,7% от всех случаев ЧМТ [14, 20]. По КТ ушибы определяются как светлые участки (по сравнению с паренхимой мозга) с перифокальным отёком, чаще встречаются в базальных отделах лобных, височных и затылочных долей. Чем значительнее геморрагическое пропитывание паренхимы мозга в месте ушиба, тем яснее его визуализация на КТ. Очаги геморрагических ушибов могут визуализироваться в зонах удара и контрудара. По данным большинства авторов, КТ чувствительнее МРТ в остром периоде ЧМТ [21].

В первые часы после травмы некоторые ушибы головного мозга могут видоизменяться и сочетаться с САК. Чаще всего САК локализуется в супратенториальной области. Размеры геморрагических ушибов варьируют от петехиальных до крупных очагов с захватом мозгового детрита. В остром периоде ЧМТ для 24,5–48,7% пациентов раннего детского возраста характерно увеличение отёка и формирование крупных геморрагических пропитываний. При контузионных повреждениях мозга могут выявляться мелкие плотные очаги, что зависит от степени геморрагического пропитывания паренхимы, гомогенного понижения или повышения плотности. Ушиб головного мозга тяжёлой степени у детей раннего возраста проявляется в виде зоны с неоднородным повышением плотности в сочетании с низкоплотными участками (кровяные сгустки, смешанные с мозговым детритом).

Эпидуральные гематомы

Частота встречаемости эпидуральных гематом у младенцев и детей раннего возраста 2–4% от всех случаев ЧМТ [35]. В 40–60% эпидуральные гематомы возникают из-за повреждения средней оболочечной артерии или её ветвей (чаще задней). На КТ гематомы выглядят как двояковыпуклая зона повышенной плотности, прилегающая к своду черепа. Локализуется в месте удара и может сочетаться с переломами костей черепа. При переломе костей свода черепа кровотечение возможно не только эпидурально, но и снаружи (в поднадкостничное

пространство), в результате чего формируется поднадкостнично-эпидуральная гематома. Самыми распространёнными симптомами при эпидуральной гематоме у детей до 3 лет являются срыгивания и неоднократная рвота. Эти симптомы регистрируются в 80% случаев [12, 34, 36].

Субдуральные гематомы

Субдуральные гематомы встречаются в 8% случаев ЧМТ в детской популяции [14, 20, 37]. Точных данных о количестве субдуральных гематом у детей до 3 лет в литературе не приводится. Причиной субдуральной гематомы чаще всего является венозное кровотечение при повреждении сагиттального синуса, корковых вен, впадающих в сагиттальный синус или сосудов твёрдой мозговой оболочки. На КТ видна протяжённая зона повышенной плотности серповидной формы с неровным внутренним контуром. В большинстве случаев субдуральная гематома сопровождается ушибом головного мозга и наличием диффузного отёка мозга. Основной причиной субдуральных гематом, в особенности у младенцев, является «Синдром жестокого обращения с детьми», когда при грубой тряске возникают сильные разнонаправленные движения черепа и его содержимого относительно друг друга, что ведёт к разрыву кровеносных сосудов и образованию гематомы (в большинстве случаев в области межполушарной щели) [29, 38].

Травматическое субарахноидальное кровоизлияние

САК у младенцев и детей раннего возраста с ЧМТ встречается приблизительно в 15% случаев [14, 20, 39]. Причиной является повреждение сосудов субарахноидального пространства либо перетекание крови с током ликвора в субарахноидальное пространство при внутрижелудочковом кровоизлиянии. Кроме того, САК может возникнуть при ушибах и внутримозговых гематомах за счёт вытекания крови из повреждённой паренхимы мозга в субарахноидальное пространство. Травматическое САК обычно локализуется в бороздах головного мозга, базальных цистернах, а у детей раннего возраста чаще — в межполушарной щели. Тяжёлая травма головного мозга может привести к диффузному распространению САК. По данным ряда авторов, КТ позволяет обнаружить САК в 90–100% случаев в течение первых 24 ч после травмы [11, 14, 20].

Внутримозговая гематома

Внутримозговые гематомы у детей встречаются не так часто, как у взрослых — лишь в 1–4% случаев. На КТ они выглядят как зоны гомогенного или неоднородного повышения плотности, имея склонность к определённым локализациям, согласно направлению удара. Причиной внутримозговых гематом считают разрыв артерий или вен. Внутримозговые гематомы локализуются в белом веществе лобной и височной долей, либо в подкорковых структурах [11, 20, 40].

Внутрижелудочковое кровоизлияние

Частота встречаемости внутрижелудочкового кровоизлияния при ЧМТ у детей составляет 1,5–3%, а в случае тяжёлой ЧМТ — 10–25%. Внутрижелудочковое кровоизлияние чаще всего возникает из-за разрыва стенки желудочка рядом с внутримозговой гематомой. Кроме того, внутрижелудочковое кровотечение может быть результатом разрыва сосудов мозолистого тела и других перивентрикулярных структур или следствием травматического САК за счёт ликворотока. Внутрижелудочковое кровоизлияние может сочетаться с внутримозговыми и субдуральными гематомами. На КТ внутрижелудочковое кровоизлияние визуализируется в виде гиперденсного скопления в желудочковой системе. При обструкции желудочковых отверстий и сильвиева водопровода часто развивается острая гидроцефалия [20, 16, 11].

Диффузное аксональное повреждение

Диффузное аксональное повреждение — тяжёлая форма ЧМТ, возникающая за счёт воздействия сдвигающих сил. В его основе лежит натяжение и разрыв аксонов, возникновение мелкоочаговых геморрагий в белом веществе больших полушарий, мозолистом теле, паравентрикулярной зоне и в стволе мозга. Частота встречаемости диффузного аксонального повреждения после тяжёлой ЧМТ свыше 30%. По КТ и МРТ видны зоны неоднородного повышения плотности и мелкие геморрагические и ишемические очаги (гиподенсные). КТ-картина представлена также умеренным и выраженным увеличением объёма головного мозга за счёт диффузного отёка, сдавления желудочковой системы (третьего и боковых желудочков), субарахноидальных пространств [20, 33].

В ряде случаев при тяжёлой ЧМТ у детей может возникать диффузный отёк головного мозга. Его вызывают ушибы и/или эпидуральные, субдуральные или внутримозговые гематомы. Ввиду общей незрелости детских мозговых структур диффузный отёк может приводить к массивному гипоксическому поражению, что в свою очередь провоцирует тотальный отёк, за которым следует гипоксически-ишемическое повреждение большого мозга и смерть пациента [18, 41].

ИСХОД И ПРОГНОЗ ПРИ ЧЕРЕПНО-МОЗГОВЫХ ТРАВМАХ У МЛАДЕНЦЕВ И ДЕТЕЙ РАННЕГО ВОЗРАСТА

Несмотря на улучшение условий жизни и усовершенствование медицинской помощи, частота ЧМТ продолжает расти. Так, согласно данным Центра по контролю и профилактике заболеваний США, в 2010 г. 20% тяжёлых ЧМТ у детей закончились летально, ещё 50,6% демонстрировали выраженные неврологические осложнения в течение ближайших 6 мес. [42]. Наступающая после ЧМТ инвалидность оказывает негативное

влияние на экономическую и социальную сторону общества. Ежегодные расходы на одного ребёнка, включая оплату реабилитации и другие социальные затраты, достигают 2 млрд долларов США [35, 43].

По данным отечественных исследований, в России смертность после ЧМТ у детей составляет 27,7–32,2% от общей детской смертности [3, 12, 13].

При этом именно у младенцев и детей раннего возраста при средней и тяжёлой степени ЧМТ прогноз наиболее неблагоприятный [4, 10, 31]. По данным Научно-исследовательского института неотложной детской хирургии и травматологии, летальность среди младенцев после тяжёлой ЧМТ достигает 43%, у детей до 3 лет — 21,7% [13, 16].

В литературных обзорах приводятся разные данные по показателям исходов. Это можно объяснить различными процедурами предоставления данных [3, 13, 15].

Несмотря на приводимые высокие цифры негативных прогнозов при тяжёлой ЧМТ, благодаря пластичности и высоким компенсаторным способностям развивающегося мозга, исход после ЧМТ в детской популяции в целом более благоприятен [4, 12, 13, 44].

Для прогнозирования исходов ЧМТ широко используются системы оценки травм, наиболее известные из которых:

- шкала исходов Глазго,
- шкала тяжести травмы,
- пересмотренная шкала травмы.

Наибольшей прогностической ценностью, по данным большинства исследований, обладает шкала тяжести травмы. Пороговые значения для прогнозирования смертности составляли 11 баллов по шкале Глазго, 15 — по шкале тяжести травмы и 7 — по пересмотренной шкале травмы [3, 25].

Исход ЧМТ у детей связывают с такими факторами, как механизм и характер травмы, первичные и вторичные причины отёка мозга, повышение внутричерепного давления, длительность комы и возраст ребёнка [13, 14, 45]. Взгляды на фактор возраста разнятся — одни исследователи полагают, что прогноз исходов ЧМТ у детей лучше, чем у взрослых, другие заключают, что младенцы восстанавливаются менее успешно.

Величина экономического ущерба от лечения последствий ЧМТ у детей в России в 2010 г. составила 3 млрд руб., из которых 1,75 млрд пришлось на не прямые затраты от временной нетрудоспособности [4, 8, 13, 31].

Восстановление и реабилитация после ЧМТ может потребовать значительных ресурсов и занять годы. По данным Ж.Б. Семеновой и соавт., часть пострадавших детей не смогут полностью восстановить утраченные функции, некоторым будет необходим пожизненный уход [25].

Для оптимального восстановления детей после ЧМТ необходима комплексная работа специалистов различного профиля с целью оптимизации диады «неотложная помощь — реабилитация» [7, 12, 25].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, младенцы и дети раннего возраста, вследствие незрелости физического и психического статуса, являются особенно уязвимой группой при воздействии травмирующих факторов. Некоторые аспекты проблематики ЧМТ у младенцев и детей раннего возраста в литературе освещены недостаточно и требуют уточнения. Рост случаев ЧМТ во всем мире, увеличение доли тяжёлых травм диктуют необходимость углубленного изучения механизмов заболевания и совершенствования методов лечения с целью снижения выраженности осложнений у данной группы пациентов.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Источник финансирования. Статья публикуется без спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии явных и потенциальных конфликтов интересов.

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE. Наибольший вклад распределён следующим образом: Ж.Б. Семенова, Т.А. Ахадов — концепция и дизайн исследования, редактирование; А.Д. Маматкулов, Е.С. Зайцева — сбор и обработка материала, написание текста.

ADDITIONAL INFORMATION

Funding source. The publication had no sponsorship.

Competing interests. The authors claim that there is no conflict of interest in the article.

Authors' contribution. All authors confirm compliance of their authorship with the international ICMJE criteria. The largest contribution is distributed as follows: Zh.B. Semenova, T.A. Ahadov — study concept and design, editing; A.D. Mamatkulov, E.S. Zaitzeva — material collection and processing, text writing.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Rumalla K., Smith K.A., Letchuman V., et al. Nationwide incidence and risk factors for posttraumatic seizures in children with traumatic brain injury // *J NeurosurgPediatr.* 2018. Vol. 22, N 6. P. 684–693. doi: 10.3171/2018.6.PEDS1813
2. Dewan M.C., Rattani A., Gupta S., et al. Estimating the global incidence of traumatic brain injury // *J Neurosurg.* 2018. Vol. 130, N 4. P. 1080–1097. doi: 10.3171/2017.10.JNS17352
3. Валиуллина С.А., Шарова Е.А. Заболеваемость детей черепно-мозговой травмой в Российской Федерации: эпидемиология и экономические аспекты // *Казанский медицинский журнал.* 2015. Т. 96, № 4. С. 581–587. EDN: UBEGQR doi: 10.17750/KMJ2015-581
4. Лихтерман Л.Б., Потапов А.А., Клевню В.А., и др. Последствия черепно-мозговой травмы // *Судебная медицина.* 2016. № 4. С. 4–20. EDN: YHMUVP doi: 10.19048/2411-8729-2016-2-4-4-20

5. Исаков О.С. Патогенетические механизмы и лечебно-диагностическая тактика при черепно-мозговой травме у детей: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Москва, 2009. 48 с.
6. Ахлебникова М.И., Мельников И.А., Ахадов Т.А. Алгоритм лучевой диагностики острой черепно-мозговой травмы у детей в неотложном стационаре // Детская хирургия. Журнал им. Ю.Ф. Исакова. 2021. Т. 25, № S1. С. 15. EDN: WGGAQX
7. Рошаль Л.М., Валиуллина С.А., Шарова Е.А. Региональные эпидемиологические особенности черепно-мозговой травмы у детей в России в 2003–2014 гг. // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и социальной медицины. 2019. Т. 27, № 3. С. 257–261. EDN: MFXAMA doi: 10.32687/0869-866X-2019-27-3-257-261
8. Валиуллина С.А., Промыслова Е.А., Фуфаева Е.А., Кузьминова Т.А. Реабилитация детей с черепно-мозговой травмой: состояние, проблемы, перспективы // Детская и подростковая реабилитация. 2011. № 1. С. 13–21. EDN: NUGUVT
9. Brazinova A., Rehorcikova V., Taylor M.S., et al. Epidemiology of traumatic brain injury in Europe: A living systematic review // J Neurotrauma. 2021. Vol. 38, N 10. P. 1411–1440. EDN: WHUYEI doi: 10.1089/neu.2015.4126
10. Клиническое руководство по черепно-мозговой травме / под ред. А.Н. Коновалова, Л.Б. Лихтермана, А.А. Потапова. Москва: Антидор, 1998. С. 69–72.
11. Ахадов Т.А., Семенова Н.А., Валиуллина С.А., и др. Магнитно-резонансная томография в оценке тяжелой черепно-мозговой травмы и прогнозировании восстановления головного мозга у детей // Российский педиатрический журнал. 2020. Т. 23, № 5. С. 291–298. EDN: PFTTIO doi: 10.18821/1560-9561-2020-23-5-291-298
12. Мещеряков С.В. Прогнозирование исходов тяжелой черепно-мозговой травмы у детей: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Москва, 2017. 27 с.
13. Семенова Ж.Б., Лукьянов В.И., Мещеряков С.В. Новый показатель динамики внутричерепного давления в прогнозе исходов у детей с тяжелой ЧМТ // Нейро-хирургия и неврология детского возраста. 2017. № 3. С. 46–57. EDN: YQDEAG
14. Орлов Ю.А. Руководство по диагностике и лечению черепно-мозговой травмы у детей. Киев: Випол, 2001. 160 с.
15. Артарян А.А. Особенности черепно-мозговой травмы у детей // Первая Всероссийская конференция по детской нейрохирургии: сборник тезисов. Москва: МИИ, 2003. С. 128–129.
16. Артарян А.А., Иова А.С., Гармашов Ю.А., Банин А.В. Черепно-мозговая травма у детей. Черепно-мозговая травма: Клиническое руководство. Москва: Антидор, 2001. С. 603–648. EDN: YPSMKG
17. Валиуллина С.А., Семенова Ж.Б., Шарова Е.А. Особенности черепно-мозговой травмы у детей // Вестник неврологии, психиатрии и нейрохирургии. 2018. № 2. С. 22–28. EDN: XQBJUP
18. Лихтерман Л.Б. Диффузное аксональное повреждение головного мозга // Consilium Medicum. 2016. № 1 (приложение Неврология и ревматология). С. 44–51. EDN: XHJCSZ
19. Иова А.С., Щугарева Л.М., Гармашов Ю.А., Лихтерман Л.Б. Новый принцип диагностики в нейропедиатрии // Consilium Medicum. 2017. № 2 (приложение Педиатрия). С. 16–22. EDN: ZDUWJZ
20. Binder H., Thomas M., Majdan M., et al. Management and outcome of traumatic subdural hematoma in 47 infants and children from a single center // Wien Klin Wochenschr. 2020. Vol. 132, N 17. P. 499–505. doi: 10.1007/s00508-020-01648-3
21. Cartocci G., Fineschi V., Padovano M., et al. Shaken baby syndrome: Magnetic resonance imaging features in abusive head trauma // Brain Sci. 2021. Vol. 11, N 2. P. 179. doi: 10.3390/brainsci11020179
22. Reid S.R., Liu M., Ortega H.W. Nondepressed linear skull fractures in children younger than 2 years: Is computed tomography always necessary? // Clin Pediatr (Phila). 2012. Vol. 51, N 8. P. 745–749. doi: 10.1177/0009922812446009
23. Dewan M.C., Mummareddy N., Wellons J.C., Bonfield C.M. Epidemiology of global pediatric traumatic brain injury: Qualitative review // World Neurosurg. 2016. N 91. P. 497–509. doi: 10.1016/j.wneu.2016.03.045
24. Sharma M., Pandey S., Kumar P., et al. Epidemiological and clinico-radiological evaluation of head injury in pediatric population // J Pediatr Neurosci. 2020. Vol. 15, N 4. P. 386–392. doi: 10.4103/jpn.JPN_44_19
25. Семенова Ж.Б., Мельников А.В., Саввина И.А., и др. Рекомендации по лечению детей с черепно-мозговой травмой // Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии. 2016. Т. 6, № 2. С. 112–131. EDN: WFEZDF
26. Araki T., Yokota H., Morita A. Pediatric traumatic brain injury: Characteristic features, diagnosis, and management // Neurol Med Chir (Tokyo). 2017. Vol. 57, N 2. P. 82–93. doi: 10.2176/nmc.ra.2016-0191
27. Зайцева Е.А., Маматкулов А.Д., Ахадов Т.А. Компьютерная томография при черепно-мозговой травме у младенцев и детей младшего возраста (обзор литературы) // Медицинская визуализация. 2022. Т. 26, № 2. С. 39–57. EDN: ERUUGF doi: 10.24835/1607-0763-1116
28. Zulfiqar M., Kim S., Lai J.P., Zhou Y. The role of computed tomography in following up pediatric skull fractures // Am J Surg. 2017. Vol. 214, N 3. P. 483–488. doi: 10.1016/j.amjsurg.2016.07.020
29. Peterson C., Xu L., Florence C., Parks S.E. Annual cost of U.S. hospital visits for pediatric abusive head trauma // Child Maltreat. 2015. Vol. 20, N 3. P. 162–169. doi: 10.1177/1077559515583549
30. Королев А.Г. Черепно-мозговая травма у детей грудного и раннего возраста (клинико-эпидемиологическое исследование): автореф. дис. ... канд. мед. наук. Москва, 1991. 26 с.
31. Keenan H.T., Presson A.P., Clark A.E., et al. Longitudinal developmental outcomes after traumatic brain injury in young children: Are infants more vulnerable than toddlers? // J Neurotrauma. 2019. Vol. 36, N 2. P. 282–292. doi: 10.1089/neu.2018.5687
32. Tang A.R., Reynolds R.A., Dallas J., et al. Admission trends in pediatric isolated linear skull fracture across the United States // J Neurosurg Pediatr. 2021. Vol. 28, N 2. P. 183–195. EDN: WFBVXA doi: 10.3171/2020.12.PEDS20659
33. Попов В.Е., Май Р.Б. Вдавленные переломы свода черепа у новорожденных. Клинический случай типа «пинг-понг» и обзор литературы // Вопросы нейрохирургии имени Н.Н. Бурденко. 2022. Т. 86, № 1. С. 96–102. EDN: PIESZX doi: 10.17116/neiro20228601196
34. Summers C.R., Ivins B., Schwab K. Traumatic brain injury in the United States: An epidemiologic overview // Mt Sinai J Med. 2009. Vol. 76, N 2. P. 105–110. doi: 10.1002/msj.20100
35. Cancelliere C., Coronado V.G., Taylor C.A., Xu L. Epidemiology of isolated vs. non-isolated mild traumatic brain injury treated in emergency departments in the United States, 2006–2012: Sociodemographic Characteristics // J Head Trauma Rehabil. 2017. Vol. 32, N 4. P. E37–E46. doi: 10.1097/HTR.0000000000000260
36. Popernack M.L., Gray N., Reuter-Rice K. Moderate-to-severe traumatic brain injury in children: Complications and rehabilitation strategies // J Pediatr Health Care. 2015. Vol. 29, N 3. P. e1–e7. doi: 10.1016/j.pedhc.2014.09.003
37. Dixon R.R., Nocera M., Zolotor A.J., Keenan H.T. Intracranial pressure monitoring in infants and young children with traumatic

brain injury // *Pediatr Crit Care Med*. 2016. Vol. 17, N 11. P. 1064–1072. doi: 10.1097/PCC.0000000000000937

38. Duhaime A.C., Christian C.W. Abusive head trauma: Evidence, obfuscation, and informed management // *J Neurosurg Pediatr*. 2019. Vol. 24, N 5. P. 481–488. doi: 10.3171/2019.7.PEDS18394

39. William T.O., Brien D.O. Pediatric emergencies: Imaging of pediatric head trauma // Elsevier. 2018. Vol. 39, N 5. P. 495–514. doi: 10.1053/j.sult.2018.01.007

40. Tomas A.G., Hegde S.V., Dineen R.A., Jaspan T. Patterns of accidental craniocerebral injury occurring in early childhood // *Arch Dis Child*. 2013. Vol. 98, N 10. P. 787–792. doi: 10.1136/archdischild-2013-304267

41. El Menyhar A., Consunji R., Al-Thani H., et al. Pediatric traumatic brain injury: A 5-year descriptive study from the National Trauma

Center in Qatar // *World J Emerg Surg*. 2017. Vol. 12, N 1. P. 1–10. EDN: FTKSYB doi: 10.1186/s13017-017-0159-9

42. Ciurea A.V., Gorgan M.R., Tascu A., et al. Traumatic brain injury in infants and toddlers, 0–3 years old // *J Med Life*. 2011. Vol. 4, N 3. P. 234–243.

43. Burrows P., Trefan L., Houston R., et al. Head injury from falls in children younger than 6 years of age // *Arch Dis Child*. 2015. Vol. 100, N 11. P. 1032–1033. doi: 10.1136/archdischild-2014-307119

44. Гузева В.И., Шалькевич Л.В., Львова О.А., и др. Черепно-мозговая травма у детей. Федеральное руководство по детской неврологии. Москва: МК, 2016. С. 361–377.

45. Ibrahim N.G., Wood J., Margulies S.S., Christian C.W. Influence of age and fall type on head injuries in infants and toddlers // *Int J Dev Neurosci*. 2012. Vol. 30, N 3. P. 201–206. doi: 10.1016/j.ijdevneu.2011.10.007

REFERENCES

1. Rumalla K, Smith KA, Letchuman V, et al. Nationwide incidence and risk factors for posttraumatic seizures in children with traumatic brain injury. *J Neurosurg Pediatr*. 2018;22(6):684–693. doi: 10.3171/2018.6.PEDS1813

2. Dewan MC, Rattani A, Gupta S, et al. Estimating the global incidence of traumatic brain injury. *J Neurosurg*. 2018;130(4):1080–1097. doi: 10.3171/2017.10.JNS17352

3. Valiullina SA, Sharova EA. Prevalence of traumatic brain injury in children of Russian Federation: Epidemiology and economic aspects. *Kazan Med J*. 2015;96(4):581–587. EDN: UBEGQR doi: 10.17750/KMJ2015-581

4. Lihtermann LB, Potapov AA, Klevno VA. Aftereffects of head injury. *Russ J Forensic Med*. 2016;(4):4–20. EDN: YHMUVF doi: 10.19048/2411-8729-2016-2-4-4-20

5. Iskhakov OS. *Pathogenetic mechanisms and therapeutic and diagnostic tactics in craniocerebral trauma in children* [dissertation abstract]. Moscow, 2009. 48 p. (In Russ.)

6. Akhlebinina MI, Melnikov IA, Ahadov TA. Algorithm of radial diagnostics of acute craniocerebral trauma in children in an emergency hospital. *Detskaya khirurgiya (Russian Journal of Pediatric Surgery)*. 2021;25(S1):15. EDN: WGGAQX

7. Roshal LM, Valiullina SA, Sharova EA. The regional epidemiological characteristics of craniocerebral injury in children in Russia in 2003–2014. *Problems Social Hygiene Public Health History Med*. 2019;27(3):257–261. EDN: MFXAMA doi: 10.32687/0869-866X-2019-27-3-257-261

8. Valiullina SA, Promislova EA, Fufaeva EV. Rehabilitation of children with traumatic brain injury: State-of-art, problems, perspectives. *Child Adolescent Rehabil*. 2011;(1):13–21. EDN: NUGUVT

9. Brazinova A, Rehorkikova V, Taylor MS, et al. Epidemiology of traumatic brain injury in Europe: A living systematic review. *J Neurotrauma*. 2021;38(10):1411–1440. EDN: WHUYEI doi: 10.1089/neu.2015.4126

10. Konovalov AN, Likhtermann LB, Potapov AA, editors. *Clinical manual on craniocerebral trauma*. Moscow: Antidor; 1998. (In Russ.)

11. Akhadov TA, Semenova NA, Valiullina SA. Magnetic resonance imaging in assessing severe traumatic brain injury and predicting brain recovery in children. *Russ Pediatr J*. 2020;23(5):291–298. EDN: PFTTIO doi: 10.18821/1560-9561-2020-23-5-291-298

12. Meshcheryakov SV. *Prediction of outcomes of severe craniocerebral trauma in children* [dissertation abstract]. Moscow, 2017. 27 p. (In Russ.)

13. Semenova ZB, Lukjanov VI, Mescherjakov SV. A new dynamics index of ICP in prognosis of severe TBI outcomes in children. *Pediatr Neurosurg Neurol*. 2017;(3):46–57. EDN: YQDEAG

14. Orlov YA. *Manual on diagnostics and treatment of craniocerebral trauma in children*. Kiev: Vipol; 2001. 160 p. (In Russ.)

15. Artaryan AA. Peculiarities of craniocerebral trauma in children. In: *First All-Russian Conference on paediatric neurosurgery: Collection of theses*. Moscow: MII; 2003. P. 128–129. (In Russ.)

16. Artaryan AA, Iova AS, Garmashov YA, Banin AV. *Craniocerebral trauma in children. Craniocerebral trauma: Clinical manual*. Moscow: Antidor; 2001. P. 603–648. EDN: YPSMKG

17. Valiullina SA, Semenova ZB, Sharova EA. Features of craniocerebral trauma in children. *Bulletin Neurol Psychiatry Neurosurg*. 2018;(2):22–28. EDN: XQBKUP

18. Likhtermann LB. Diffuse axonal injury. *Consilium Medicum*. 2016;(1 suppl. Neurol Rheumatol):44–51. EDN: XHJCSZ

19. Iova AS, Shchugareva LM, Garmashov YA, Likhtermann LB. A new principle of diagnosis in neuropediatrics. *Consilium Medicum*. 2017;(2 suppl. Pediatrics):16–22. EDN: ZDUWJZ

20. Binder H, Thomas M, Majdan M, et al. Management and outcome of traumatic subdural hematoma in 47 infants and children from a single center. *Wien Klin Wochenschr*. 2020;132(17):499–505. doi: 10.1007/s00508-020-01648-3

21. Cartocci G, Fineschi V, Padovano M, et al. Shaken baby syndrome: Magnetic resonance imaging features in abusive head trauma. *Brain Sci*. 2021;11(2):179. doi: 10.3390/brainsci11020179

22. Reid SR, Liu M, Ortega HW. Nondepressed linear skull fractures in children younger than 2 years: Is computed tomography always necessary? *Clin Pediatr (Phila)*. 2012;51(8):745–749. doi: 10.1177/0009922812446009

23. Dewan MC, Mummareddy N, Wellons JC, Bonfield CM. Epidemiology of global pediatric traumatic brain injury: Qualitative review. *World Neurosurg*. 2016;(91):497–509. doi: 10.1016/j.wneu.2016.03.045

24. Sharma M, Pandey S, Kumar P, et al. Epidemiological and clinico-radiological evaluation of head injury in pediatric population. *J Pediatr Neurosci*. 2020;15(4):386–392. doi: 10.4103/jpn.JPN_44_19

25. Semenova ZB, Melnikov AV, Savin IA, et al. Recommendations for treatment of children with craniocerebral trauma. *Russ J Pediatr Surg Anesthesia Intensive Care*. 2016;6(2):112–131. EDN: WFEZDF

26. Araki T, Yokota H, Morita A. Pediatric traumatic brain injury: Characteristic features, diagnosis, and management. *Neurol Med Chir (Tokyo)*. 2017;57(2):82–93. doi: 10.2176/nmc.ra.2016-0191

27. Zaitceva ES, Mamatkulova DZ, Akhadov TA. Computed tomography of traumatic brain injury in infants and young children

- (a literature review). *Med Visualizat.* 2022;26(2):39–57. EDN: ERUUGF doi: 10.24835/1607-0763-1116
28. Zulfiqar M, Kim S, Lai JP, Zhou Y. The role of computed tomography in following up pediatric skull fractures. *Am J Surg.* 2017;214(3):483–488. doi: 10.1016/j.amjsurg.2016.07.020
29. Peterson C, Xu L, Florence C, Parks SE. Annual cost of U.S. hospital visits for pediatric abusive head trauma. *Child Maltreat.* 2015;20(3):162–169. doi: 10.1177/1077559515583549
30. Korolev AG. *Craniocerebral trauma in infants and young children (clinical and epidemiological study)* [dissertation abstract]. Moscow, 1991. 26 p. (In Russ.)
31. Keenan HT, Presson AP, Clark AE, et al. Longitudinal developmental outcomes after traumatic brain injury in young children: Are infants more vulnerable than toddlers? *J Neurotrauma.* 2019;36(2):282–292. doi: 10.1089/neu.2018.5687
32. Tang AR, Reynolds RA, Dallas J, et al. Admission trends in pediatric isolated linear skull fracture across the United States. *J Neurosurg Pediatr.* 2021;28(2):183–195. EDN: WFBVXA doi: 10.3171/2020.12.PEDS20659
33. Popov VE, Mai RB. Depressed skull fractures in newborns. Case report of ping-pong fracture and literature review. *Burdenko's journal of neurosurgery.* 2022;86(1):96–102. EDN: PIESZX doi: 10.17116/neiro20228601196
34. Summers CR, Ivins B, Schwab K. Traumatic brain injury in the United States: An epidemiologic overview. *Mt Sinai J Med.* 2009;76(2):105–110. doi: 10.1002/msj.20100
35. Cancelliere C, Coronado VG, Taylor CA, Xu L. Epidemiology of isolated vs. non-isolated mild traumatic brain injury treated in emergency departments in the United States, 2006–2012: Sociodemographic Characteristics. *J Head Trauma Rehabil.* 2017;32(4):E37–E46. doi: 10.1097/HTR.0000000000000260

36. Popernack ML, Gray N, Reuter-Rice K. Moderate-to-severe traumatic brain injury in children: Complications and rehabilitation strategies. *J Pediatr Health Care.* 2015;29(3):e1–e7. doi: 10.1016/j.pedhc.2014.09.003
37. Dixon RR, Nocera M, Zolotor AJ, Keenan HT. Intracranial pressure monitoring in infants and young children with traumatic brain injury. *Pediatr Crit Care Med.* 2016;17(11):1064–1072. doi: 10.1097/PCC.0000000000000937
38. Duhaime AC, Christian CW. Abusive head trauma: Evidence, obfuscation, and informed management. *J Neurosurg Pediatr.* 2019;24(5):481–488 doi: 10.3171/2019.7.PEDS18394
39. William TO, Brien DO. Pediatric emergencies: Imaging of pediatric head trauma. *Elsevier.* 2018;39(5):495–514. doi: 10.1053/j.sult.2018.01.007
40. Tomas AG, Hegde SV, Dineen RA, Jaspan T. Patterns of accidental craniocerebral injury occurring in early childhood. *Arch Dis Child.* 2013;98(10):787–792. doi: 10.1136/archdischild-2013-304267
41. El Menyar A, Consunji R, Al-Thani H, et al. Pediatric traumatic brain injury: A 5-year descriptive study from the National Trauma Center in Qatar. *World J Emerg Surg.* 2017;12(1):1–10. EDN: FTKSYB doi: 10.1186/s13017-017-0159-9
42. Ciurea AV, Gorgan MR, Tascu A, et al. Traumatic brain injury in infants and toddlers, 0–3 years old. *J Med Life.* 2011;4(3):234–243.
43. Burrows P, Trefan L, Houston R, et al. Head injury from falls in children younger than 6 years of age. *Arch Dis Child.* 2015;100(11):1032–1033. doi: 10.1136/archdischild-2014-307119
44. Guzeva VI, Shalkevich LV, Lvova OA, et al. *Craniocerebral trauma in children. Federal guide to paediatric neurology.* Moscow: MK; 2016. P. 361–377. (In Russ.)
45. Ibrahim NG, Wood J, Margulies SS, Christian CW. Influence of age and fall type on head injuries in infants and toddlers. *Int J Dev Neurosci.* 2012;30(3):201–206. doi: 10.1016/j.jdevneu.2011.10.007

ОБ АВТОРАХ

* Маматкулов Алишер Джахангирович;

адрес: Россия, 119180, Москва, ул. Большая Полянка, д. 22;
ORCID: 0000-0002-6349-5739;
e-mail: md-uz7@mail.ru

Зайцева Екатерина Сергеевна;

ORCID: 0000-0002-6124-5410;
eLibrary SPIN: 8185-0653;
e-mail: katarina0594@mail.ru

Семенова Жанна Борисовна, д-р мед. наук, профессор;

ORCID: 0000-0002-2018-050X;
eLibrary SPIN: 2919-5144;
e-mail: jseman@mail.ru

Ахадов Толибджон Абдуллаевич, д-р мед. наук, профессор;

ORCID: 0000-0002-3235-8854;
e-mail: akhadov@mail.ru

AUTHORS' INFO

* Alisher D. Mamatkulov, MD;

address: 22 Bolshaya Polyanka street, 119180 Moscow, Russia;
ORCID: 0000-0002-6349-5739;
e-mail: md-uz7@mail.ru

Ekaterina S. Zaitzeva, MD;

ORCID: 0000-0002-6124-5410;
eLibrary SPIN: 8185-0653;
e-mail: katarina0594@mail.ru

Zhanna B. Semenova, MD, Dr.Sci. (Medicine), Professor;

ORCID: 0000-0002-2018-050X;
eLibrary SPIN: 2919-5144;
e-mail: jseman@mail.ru

Tolibdzhon A. Ahadov, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor;

ORCID: 0000-0002-3235-8854;
e-mail: akhadov@mail.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/ps644>

Лечение воронкообразной деформации грудной клетки у детей с помощью вакуумного колокола: обзор литературы

А.О. Шомина¹, З.Б. Митупов^{1,2}, А.Ю. Разумовский^{1,2}, Г.С. Гынку³, В.И. Нурик¹, А.А. Павлов⁴

¹ Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова, Москва, Россия;

² Детская городская клиническая больница имени Н.Ф. Филатова, Москва, Россия;

³ Государственный медицинский и фармацевтический университет имени Николае Тестемицану, Кишинев, Молдова;

⁴ Республиканская детская клиническая больница Министерства здравоохранения Чувашской Республики, Чебоксары, Россия

АННОТАЦИЯ

Воронкообразная деформация грудной клетки — наиболее часто встречающийся вид деформации грудной клетки, характеризующийся западением грудины и прилежащих частей рёбер. За последние десятилетия изменился подход к терапии данной патологии. Во многом это связано с изобретением Экхартом Клобом в 1992 г. вакуумного колокола, который можно использовать как интраоперационно, так и в качестве неинвазивной монотерапии.

Мы провели поиск публикаций в базах данных Pub Med, Web of Science, Scopus, Google Scholar и Elibrary. Для поиска англоязычных публикаций использовали следующие ключевые слова: «pectus excavatum», «funnel chest», «vacuum bell», «the vacuum chest wall lifter», «suction cup», «minimally invasive repair of pectus excavatum (MIRPE)», «intraoperative use of the vacuum bell». Для поиска русскоязычных публикаций ключевыми словами являлись: «воронкообразная деформация грудной клетки», «консервативное лечение», «вакуумный колокол». Мы проанализировали более 50 публикаций по данной теме.

В исследования были включены пациенты разных возрастных групп с воронкообразной деформацией грудной клетки различной степени тяжести. Эффективность лечения в основном оценивалась с помощью измерения глубины деформации и расчёта индекса Галлера по компьютерной томографии до и после лечения. Отличные результаты коррекции были достигнуты у 13,5–80% пациентов, использовавших вакуумный колокол. Были предприняты попытки выяснить насколько возраст пациентов, продолжительность лечения, тяжесть и тип деформации коррелируют с эффективностью лечения вакуумным колоколом. Также вакуумный колокол можно использовать для неинвазивного подъёма грудины во время торакопластики по Нассу.

В настоящее время нет единой тактики консервативного введения пациентов с воронкообразной деформацией грудной клетки — данных о показаниях, сроках консервативного лечения и оптимального возраста для начала использования вакуумного колокола. В доступной нам литературе нет единого критерия, дающего возможность спрогнозировать эффективность консервативного лечения, нет катamnестических данных более 2-х лет. Более точная оценка эффективности вакуумного колокола в лечении пациентов с воронкообразной деформацией грудной клетки должна быть подтверждена в долгосрочном исследовании с большим числом случаев.

Ключевые слова: воронкообразная деформация грудной клетки; консервативное лечение; вакуумный колокол; торакопластика по Нассу; интраоперационное использование вакуумного колокола.

Как цитировать:

Шомина А.О., Митупов З.Б., Разумовский А.Ю., Гынку Г.С., Нурик В.И., Павлов А.А. Лечение воронкообразной деформации грудной клетки у детей с помощью вакуумного колокола: обзор литературы // Детская хирургия. 2024. Т. 28. № 2. С. 194–205. DOI: <https://doi.org/10.17816/ps644>

DOI: <https://doi.org/10.17816/ps644>

Treatment of pectus excavatum in children with the vacuum bell: a literature review

Alena O. Shominova¹, Zorikto B. Mitupov^{1, 2}, Aleksander Yu. Razumovskij^{1, 2}, George S. Gincu², Vera I. Nurik¹, Anatoliy A. Pavlov⁴

¹ The Russian National Research Medical University named after N.I. Pirogov, Moscow, Russia;

² Filatov N.F. Children's City Hospital, Moscow, Russia;

³ Nicolae Testemicanu State Medical and Pharmaceutical University, Chisinau, Moldova;

⁴ Republican Children's Clinical Hospital, Cheboksary, Russia

ABSTRACT

Pectus excavatum is the most common type of chest deformation with the sunken sternum and adjacent parts of the ribs. In recent decades, approach to the management of this pathology has changed, in many respects due to Eckhart Kloba's invention a vacuum bell in 1992, which can be used both intraoperatively and as a non-invasive monotherapy.

Literary sources were searched in PubMed, Web of Science, Scopus, Google Scholar, and Elibrary databases. The following keywords were used for search in the English literature: «pectus excavatum», «funnel chest», «vacuum bell», «vacuum chest wall lifter», «suction cup», «minimally invasive repair of pectus excavatum (MIRPE)», «intraoperative vacuum bell». In Russian-language literature sources, the key words were: «воронкообразная деформация грудной клетки», «консервативное лечение», «вакуумный колокол». More than 50 publications on this topic have been analyzed.

Patients of different age groups with pectus excavatum of varying severity were taken in the study. The effectiveness of treatment was mainly assessed by computed tomography measurements of deformity depth and the Haller index before and after treatment. Excellent correction results were achieved in 13.5–80% of patients with the vacuum bell. The authors have made an attempt to define how patient's age, duration of treatment, pathology severity, and deformity type correlate with the effectiveness of vacuum bell treatment. The vacuum bell can also be used as a non-invasive lift of the sternum during Nuss thoracoplasty surgery.

Currently, there is no any unified tactics for the conservative management of patients with pectus excavatum, namely, unified indications, period of conservative treatment, and optimal patient's age for vacuum bell application. In the available literature, there is no any criterion that could predict the success of conservative treatment; there are no follow-up data for more than 2 years. A more precise assessment of vacuum bell effectiveness in the treatment of patients with pectus excavatum should be confirmed in longer studies with a larger number of cases.

Keywords: pectus excavatum; conservative treatment; vacuum bell; minimally invasive repair of pectus excavatum (MIRPE); intraoperative vacuum bell.

To cite this article:

Shominova AO, Mitupov ZB, Razumovskii AY, Gincu GS, Nurik VI, Pavlov AA. Treatment of pectus excavatum in children with the vacuum bell: a literature review. *Russian Journal of Pediatric Surgery*. 2024;28(2):194–205. DOI: <https://doi.org/10.17816/ps644>

ОБОСНОВАНИЕ

Воронкообразная деформация грудной клетки (ВДГК) — самый частый вид деформации. Она составляет 80–90% всех деформаций грудной клетки. ВДГК проявляется западением грудины и прилежащих частей рёбер [1, 2]. Частота встречаемости ВДГК в популяции колеблется от 1:100 до 1:1000 человек [3–6]. Лица мужского пола страдают в 3 раза чаще [1, 2]. ВДГК может быть изолированным пороком развития, а также проявлением генетических заболеваний: синдром Марфана, синдром Нунана, синдром Элерса–Данлоса, нейрофиброматоз 1 типа, несовершенный остеогенез, синдром Холта–Орама, синдром LEOPARD, синдром Горлина–Гольца и др. [7–9]. Несмотря на то, что генетическая причина ВДГК неизвестна, 17–44% пациентов имеют наследственную предрасположенность [7, 10].

На сегодня в мире нет единой классификации ВДГК. Большинство авторов классифицирует ВДГК в зависимости от положения по отношению к срединной линии, выделяя симметричные и ассиметричные деформации; от формы деформации, выделяя 3 типа: чашеобразная (глубокая, узкая, с небольшим диаметром), блюдцевидная (широкая и неглубокая) или Гранд-Каньон (глубокая, продольно-протяжённая, как канал) [11–14].

Клинические проявления могут быть различными и зависят в основном от степени тяжести деформации. Обычно ВДГК проявляется лишь косметическим дефектом, но тяжёлые формы могут вызывать нарушения сердечно-сосудистой и дыхательной системы, а также психологические проблемы. У большинства детей ВДГК протекает бессимптомно. Это связано в основном с достаточным резервом организма и гибкостью грудной клетки. Однако по мере взросления могут появляться одышка, сердцебиение, загрудинная боль, снижаться толерантность к физическим нагрузкам. Это в первую очередь связано с прогрессированием деформации и повышением ригидности грудной клетки [4, 15]. Выраженная деформация также может стать причиной депрессивных состояний, замкнутости, ограничения активного образа жизни, что особенно значимо в пубертатном периоде.

На сегодня во всем мире «золотым стандартом» коррекции ВДГК, является предложенная в 1998 г. Дональдом Нассом малоинвазивная торакопластика. Её основными преимуществами являются: малая инвазивность и травматичность, отличный косметический результат. Однако данная методика имеет потенциальный риск возникновения осложнений, таких как пневмоторакс, гемоторакс, смещение пластины, кровотечение, ранение сердца, а также необходимость повторного оперативного вмешательства для удаления корригирующей пластины [16]. Несмотря на отличные результаты данной методики, продолжается поиск альтернативных безоперационных способов лечения ВДГК. Риски хирургической коррекции привели к разработке в 1992 г. Эхартом Клобом вакуумного

колокола (ВК) — устройства, состоящего из силиконового кольца и смотрового стекла, поднимающего грудину посредством вакуума [17]. Эхарт Клоб на собственном примере доказал эффективность данного метода, у него имелась ВДГК, которую он смог полностью устранить с помощью своего ВК за 3 года. Отрицательное давление в системе создаётся пациентом с помощью ручного насоса. Устройство подбирают по росту и форме вентральной поверхности грудной клетки. У оригинального немецкого производителя существуют три размера ВК: 16, 19 и 26 см в диаметре. Также есть модели для девушек и пациентов с крепким телосложением [17]. Сегодня многие страны, позаимствовав эту технологию, стали производить ВК в различной модификации. В России тоже производят ВК, однако размерный ряд значительно больше, возможно также индивидуальное изготовление колокола с разными параметрами (форма, толщина силикона, размер). На сегодня ВК используют многие зарубежные врачи в качестве консервативной терапии ВДГК, а также в качестве неинвазивного подъёмного механизма при глубоких деформациях при проведении торакопластики по Нассу.

В российских источниках описываются лишь единичные клинические случаи использования данной терапии. На сегодня остаются открытыми вопросы об оптимальном возрасте начала лечения, о показаниях, о сроках использования ВК, об основном предикторе эффективности лечения, о диагностике и способах контроля на этапах лечения. Целью данного обзора являлось проведение поиска и анализа современной литературы по вопросам эффективности консервативного способа лечения ВДГК.

Поиск литературных источников производился в базах данных PubMed, Web of Science, Scopus, Google Scholar и Elibrary. Для поиска источников в англоязычной литературе использовались следующие ключевые слова: «pectus excavatum», «funnel chest», «vacuum bell», «the vacuum chest wall lifter», «suction cup», «minimally invasive repair of pectus excavatum (MIRPE)», «intraoperative use of the vacuum bell». В русскоязычных источниках литературы ключевыми словами являлись: «воронкообразная деформация грудной клетки», «консервативное лечение», «вакуумный колокол».

Эффективность консервативного лечения ВДГК оценивалась многими авторами в основном с помощью индекса Галлера (ИГ) и/или определением глубины деформации до и после лечения, так отличные результаты коррекции были достигнуты у 13,5–80% пациентов использовавших ВК (табл. 1) [18–23]. Так Y. Jung и соавт. провели ретроспективное исследование 57 пациентов с ВДГК, которые были разделены на 2 группы: 1 группа — использовали ВК более 1 г., 2 группа — пациенты, после 2-го этапа торакопластики по Нассу (время наблюдения 1 г.). Результаты лечения оценивались путём сравнения изменения ИГ по данным компьютерной томографии (КТ) до и после лечения в обеих группах. После лечения ИГ статистически незначимо различался между пациентами двух групп.

Таблица 1. Основные характеристики и результаты исследований
Table 1. Main characteristics and results of the studies

Исследование	n (муж.:жен.)	Возраст (средний), лет	Индекс Галлера	Глубина деформации, см	Результаты
F.M. Haecker и соавт.	434 (352:82)	2–61 (16,2)	—	2,0–6,3	Через 3 мес. грудина поднялась на 1 см у 80% пациентов, у 13,5% — через 18 мес. достигла нормального уровня
F. Schier и соавт.	60 (56:4)	6,1–34,9 (14,8)	—	—	Через 5 мес. у 12 (20%) пациентов деформация исправилась полностью; 1 отдалённый положительный результат
R.J. Obermeyer и соавт.	115 (104:11)	4–23 (12,7±3,2) (n=4 >18 лет)	—	0,6–5,0 (1,77±0,68)	Отличные (20%) и хорошие результаты (17%); 15 пациентам выполнена торакопластика по Нассу
S.B. Sesia и соавт.	53 (39:14)	6–20 6–10 11–15 16–20	—	1,5 (0,8–2,3) 1,7 (0,9–3,5) 1,9 (0,7–3,2)	Прогнозирование эффективности и продолжительности лечения: чем моложе пациент, тем ниже приложенное отрицательное давление, эластичнее грудная клетка и короче продолжительность лечения
Y. Gao и соавт.	82 (53:29)	3–17	—	—	Оценка глубины деформации и индекса Галлера с помощью оптического 3D-сканера
M. Lopez и соавт.	73 ≥18 лет — 17 (15:2) ≤18 лет — 56(37:19)	≥18 лет 18–40 (22,8) ≤18 лет 3–17 (11,5)	3,2–10,0 (4,5)	≥18 лет — 1,0–3,8 (2,2) ≤18 лет — 0,9–4,5 (2,5)	Лечение закончили 23 (31,5%) пациента (21 ребёнок и 2 взрослых): давление ≥300 мбар — жёсткая грудная клетка, вакуумный колокол неэффективен
E. Yi и соавт.	63(61:2)	8–45 (15,4±6,2)	2,2–8,3 (3,6±1,0)	—	Предварительная оценка эффективности вакуумного колокола с помощью компьютерной томографии
E. St-Louis и соавт.	31	6–21 (14)	2,9–6,1 (3,9)	1,3–3,5 (2,3)	Уменьшение глубины деформации и индекса Галлера на 80%
X. Deng и соавт.	42 (26:16)	2,2–6,2 (3,6)	3,07±0,42	—	У 30 (71%) пациентов уменьшение индекса Галлера и глубины деформации; 3 (7%) пациента закончили лечение
L. Toselli и соавт.	186	—	—	1,2–2,6	35% отличные/хорошие 25% удовлетворительные 40% плохие

Авторы пришли к выводам, что результаты лечения ВК сопоставимы с результатами хирургической коррекции и что ВК-терапия может стать альтернативным методом лечения у пациентов, желающих избежать операции [24].

На сегодня остаётся открытым вопрос, кто является идеальным кандидатом для консервативного лечения ВДГК с помощью ВК. S.Y. Тогого и соавт. оценивали степень подъёма грудины при кратковременном использовании ВК. Так, 29 пациентам в возрасте от 11 до 35 лет сравнивали изменения ИГ и грудинно-verteбрального расстояния, выполняя КТ до и сразу после установки ВК. Изменение грудинно-verteбрального расстояния варьировалось от 0,29 до 23,67 мм (M=11,02, σ=6,05), а улучшение ИГ составило от 0,07 до 2,67 (M=0,76, σ=0,52). Авторы определили, что лучшие результаты были достигнуты у пациентов с низким индексом массы тела (ИМТ) и небольшой

глубиной деформации. Эффективность ВК не была связана с полом, возрастом и морфологией грудной клетки [25].

Целью исследования E. Yi и соавт. был подбор пациентов, у которых ВК был наиболее эффективен. Всем 63 пациентам измеряли ИГ по данным КТ до лечения и через 30 мин после использования ВК, с целью прогнозирования улучшения ИГ и оценки гибкости грудной клетки. Через 1 г. измерение повторяли. Авторы выявили корреляцию между величиной ИГ после 30-минутного использования ВК и через 1 г. Эти показатели свидетельствуют о гибкости, податливости грудной клетки и позволяют прогнозировать эффективность лечения. Авторы отметили, что консервативное лечение было эффективнее у пациентов с более низким ИМТ [26].

Также эффективность ВК была подтверждена с помощью магнитно-резонансной томографии (МРТ).

Таблица 2. Рекомендации анализируемых статей при консервативном лечении воронкообразной деформации грудной клетки с помощью вакуумного колокола

Table 2. Recommendations of the analyzed articles in the conservative treatment of funnel-shaped chest deformity using a vacuum bell

Исследование	Возраст начала лечения, лет	Время ежедневного использования, ч	Срок лечения, мес.	Критерии эффективности лечения	Методы контроля
F. Schier и соавт.	—	1,5 (1–5)	≥10	—	Рентгенография грудной клетки, измерение глубины деформации
F.M. Haecker и соавт.	≤10	≥1	≥12 (12–36)	Возраст, глубина деформации (<3 см), гибкость грудной клетки, симметричность деформации, срок лечения	Измерение глубины деформации
R.J. Obermeyer и соавт.	≤11	≥1	≥12	Глубина деформации ≤1,5 см, возраст, гибкость грудной клетки, срок лечения	Измерение глубины деформации
S.B. Sesia и соавт.	≤10	—	—	Возраст, гибкость грудной клетки, глубина деформации	Измерение глубины деформации
M. Lopez и соавт.	≤12	≥4	≥10 (6–18)	Возраст и гибкость грудной клетки	Измерение глубины деформации, индекс Галлера по данным компьютерной томографии
E. Yi и соавт.	—	—	≥12	Симметричность деформации, гибкость грудной клетки, индекс Галлера, низкий индекс массы тела	Индекс Галлера по данным компьютерной томографии
E. St-Louis и соавт.	≤10	≥2	≥18	Время ежедневного использования и срок лечения	Измерение глубины деформации
X. Deng и соавт.	2–6	≥1,5	≥6	Гибкость грудной клетки	Компьютерная томография, 3D сканирование
L. Toselli и соавт.	—	—	≥12	Глубина деформации ≤1,8 см и срок лечения	Измерение глубины деформации
Y. Gao и соавт.	≤10	>2 (2–5)	2–3 года с момента достижения отличного результата	Возраст, симметричность деформации, гибкость грудной клетки	Измерение глубины деформации, индекс Галлера по данным 3D-сканирования

В настоящее время зарубежные авторы считают МРТ сердца «золотым стандартом» оценки кардиальной функции при ВДГК, однако этот метод дорогостоящий и в рутинной практике не используется [27]. L. Monti и соавт. производили пациентам неинвазивное поднятие грудины с помощью ВК во время МРТ сердца, оценивая кардиальные показатели до и после коррекции. Авторы доказали, что поднятие грудины, привело к немедленному увеличению фракции выброса правого желудочка, конечного диастолического объёма левого желудочка и бивентрикулярного ударного индекса [28].

В литературе практически нет данных об отдалённых результатах лечения, в основном описаны лишь единичные случаи. В самой большой серии наблюдений (n=434) F.M. Haecker и соавт. сообщили о 61 пациенте, каждый из которых полностью закончил лечение средней

продолжительностью 21,8 мес. — за период наблюдения 27,8 мес. после окончания лечения рецидивов ВДГК не было [17]. Аналогичные результаты получены M. Lopez и соавт. — у 23 пациентов (31,5%), полностью окончивших лечение, рецидива ВДГК не наблюдалось, период наблюдения составил в среднем 13 мес. [21].

За последнее десятилетие возникло много вопросов относительно основных факторов, влияющих на эффективность лечения: возраст начала лечения, продолжительность лечения, эластичность грудной клетки и др.

Большинство авторов придерживаются мнения, что ВК показан в детском возрасте при неглубоких, симметричных деформациях, пациентам, отказывающимся от оперативного лечения, а также пациентам, перенёвшим операцию на грудной клетке, в связи с высокими операционными рисками (табл. 2) [16, 20–22, 29]. Основ-

ными противопоказаниями являются заболевания скелета (незрелый остеогенез, остеопороз и т. д.), васкулопатии (синдром Марфана, аневризма аорты), коагулопатии (гемофилии, тромбоцитопении), сердечные заболевания [14, 16, 20, 30, 31].

Оптимальный возраст начала лечения

Многие авторы отмечают, что ВК более эффективен в детском возрасте. Несколько исследований показали лучшие результаты лечения у детей, чем у взрослых [18, 21]. F.M. Naescker и соавт., оценив результаты лечения 434 пациентов, рекомендуют начинать терапию ВК до 10 лет [18]. R.J. Obermeyer и соавт., пролечив 115 пациентов в возрасте от 4 до 23 лет, пришли к выводу, что возраст до 11 лет является фактором, определяющим эффективность консервативного лечения, тогда как пациенты старше 18 лет ($n=4$) не достигли хорошего результата коррекции [20]. E. St-Louis и соавт. сообщили о значительном улучшении ИГ у детей в возрасте до 10 лет [22]. Это означает, что скачок роста в пубертатном периоде приводит к прогрессированию деформации, уменьшению эластичности грудной клетки и в дальнейшем малой эффективности ВК. Именно на этот этап необходимо повлиять [18, 20, 31, 32].

Глубина и тип деформации

R.J. Obermeyer и соавт. отметили, что глубина деформации $<1,5$ см является предиктором отличного результата при лечении ВК, а тип деформации (симметричный, чашеобразный) не влияет на результат [20]. Также L. Toselli и соавт. сочли, что на эффективность лечения влияет глубина деформации $<1,8$ см [23]. F.M. Naescker и соавт., пришли к выводу, что глубина деформации <3 см и симметричный тип являются одними из основных факторов прогнозирующих отличные результаты [18].

Время ежедневного применения

На сегодня нет единых данных о том, сколько же часов в день необходимо носить ВК для достижения наилучшего результата, и играет ли время ежедневного применения ключевую роль. Первоначальный подход, предложенный F. Schier и соавт., предполагал ежедневное использование от 30 мин до 5 ч два раза в день [19]. F.M. Naescker и соавт. предложили использовать колокол столько часов, сколько сможет пациент, они также отметили, что частота и время ежедневного применения зависит от мотивации пациента [17, 18]. Серия случаев, описанная E. St-Louis и соавт., показала значительное уменьшение глубины деформации у пациентов, которые использовали ВК >2 ч в день по сравнению с теми, кто носил менее 2 ч [22]. X. Deng и соавт. рекомендуют использовать ВК более 1,5 ч в день, однако результат лечения оценивался у пациентов в возрасте 2–6 лет [29]. Рекомендации по ежедневному времени использования также были предложены M. Lopez

и соавт. — они отметили, что хорошие результаты лечения были достигнуты при использовании ВК более 4 ч в день [21]. Напротив, R.J. Obermeyer и соавт. в ретроспективном исследовании обнаружили, что ежедневное применение ВК более 60 мин в день не повлияло на улучшение результатов лечения [20]. Y. Gao и соавт. рекомендуют своим пациентам поэтапный подход: в первый мес. по 20–30 мин 4 раза в день, далее по 30–60 мин 4 раза в день [33].

Продолжительность лечения

Многие авторы сходятся во мнении, что продолжительность лечения должна быть больше 12 мес. [18, 20, 23, 26]. F.M. Naescker и соавт. сообщают, что у детей и подростков с мягкой грудной клеткой и симметричной деформацией глубиной <3 см продолжительность лечения составит от 12 до 15 мес. У взрослых пациентов и подростков с жесткой грудной клеткой и глубиной деформации >3 см сроки лечения возрастают и составляют от 24 до 36 мес. [18]. В исследовании E. St-Louis и соавт. средняя продолжительность терапии ВК составила 18 мес. (12–24 мес.) [20]. M. Lopez и соавт. отмечают, что для достижения полного исправления деформации в среднем потребовалось около 10 мес. (4–21 мес.) [21]. Анализируя результаты консервативного лечения у детей младшего возраста (2–6 лет), X. Deng и соавт. говорят о том, что продолжительность лечения должна составлять больше 6 мес. [29]. Y. Gao и соавт. считают, что продолжительность лечения должна составлять 2–3 г. с момента достижения полной коррекции деформации или до окончания полового созревания [33].

Эластичность грудной клетки

F.M. Naescker и соавт. совместно с инженерами разработали устройство, измеряющее глубину деформации (расстояние от наиболее глубокой точки до датчика) и отрицательное давление во время ношения ВК. В пилотное исследование они включили 53 пациента в возрасте от 6 до 20 лет и выявили положительную корреляцию между приложенным отрицательным давлением и возрастом пациента: чем моложе пациент, тем меньшее приложенное отрицательное давление, тем более эластичная грудная клетка и короче продолжительность лечения. Так, чтобы поднять грудную клетку 8-летнего пациента на 1 см, нужно создать отрицательное давление 62 мбар, 19-летнего — 110 мбар. Для лечения 44-летнего пациента потребуется 225 мбар в начале лечения и 125 мбар через 3 мес. — это может говорить о том, что терапия ВК повышает эластичность грудной клетки [31].

R.J. Obermeyer и соавт. оценивали эластичность грудной клетки у 180 пациентов с помощью манёвра Вальсальвы — уплощение передней грудной стенки на максимальном вдохе. Если результат этого теста был положительным, то пациента классифицировали как имеющего эластичную грудную клетку. Этот показатель служил одним из основных предикторов эффективности консервативного лечения [20].

Методы контроля результатов лечения

В большей части публикаций, посвящённых консервативному лечению ВДГК, с целью контроля результатов лечения используется линейное измерение глубины деформации [18–20, 22, 23, 31]. Однако эти данные не всегда бывают точными, во многом зависят от фазы дыхания пациента, от типа и симметричности деформации. Многие авторы к измерению глубины для более точной оценки добавляют результаты КТ и рентгенографии [21, 26, 29]. Учёные из Китая предлагают альтернативный метод контроля лечения с помощью 3D-сканера, чтобы избежать лучевой нагрузки. Z. Shi и соавт. проводили КТ и одновременно измеряли поверхность грудной клетки 3D-сканером. Авторы нашли, что ИГ по данным КТ $>3,2$ соответствует и ИГ по данным 3D-сканирования $>1,7$, и что эти значения являются показанием к оперативному методу коррекции [34].

Y. Gao и соавт. исследовали 82 пациента в возрасте 3–17 лет с помощью 3D-сканера. Они измеряли глубину деформации и ИГ до лечения и каждые 3 мес. в течение года. Отличного результата (глубины деформации <3 мм) достигли 24 (29,3%) пациента, у 52 (63,4%) — наблюдалось улучшение, у 6 (7,3%) — результаты были неудовлетворительными. Авторы пришли к выводу, что 3D-сканер — удобный и объективный безлучевой метод диагностики и наблюдения за пациентами с ВДГК. Он может частично заменить КТ, но на определение ИГ могут влиять такие факторы, как толщина подкожной жировой клетчатки, ширина позвоночника и дыхание в процессе сканирования [33].

На сегодня в мире существует множество различных модификаций ВК. Учёные из Китая X. Deng и соавт. производят индивидуальные ВК, сканируя вентральную поверхность грудной клетки с помощью 3D-сканера и создавая оптимальные модели на 3D-принтере. Контроль результатов лечения также осуществляется с помощью 3D-сканера. Индивидуальные колокола можно использовать для лечения пациентов со сложной асимметричной деформацией и пациенток с формирующимися молочными железами [35].

В исследовании S. Furuta и соавт. для оценки эффективности консервативного лечения ретроспективно анализировали глубину деформации и ИГ. В исследование включили 15 пациентов, которые были разделены на 2 группы в зависимости от возраста: 1 группа — дети до 13 лет, 2 группа — старше 13 лет. Всем пациентам измеряли глубину деформации и ИГ до и после лечения. Авторы установили, что глубина деформации уменьшилась у 93,3% пациентов, однако ИГ изменился незначительно. Это связано со значительным увеличением объёма подкожной жировой клетчатки у 11 из 15 пациентов в среднем на 8,7 мм. S. Furuta и соавт. первые и единственные в мире сообщили, что глубина деформации уменьшается в основном за счёт увеличения подкожной жировой

клетчатки, а не подъёма грудины. Таким образом, любые поверхностные методы измерения могут быть недостоверными и давать ложноположительные результаты [36].

Физиотерапия и лечебная физкультура

Многие авторы обращают внимание на то, что занятие спортом, лечебная физкультура (ЛФК) и физиотерапия (ФТ) являются неотъемлемой частью консервативного лечения ВДГК [37–40]. Также большое внимание стоит уделять профилактике нарушения осанки — данная патология часто встречается у пациентов с ВДГК и синдромом дисплазии соединительной ткани и зачастую способствует прогрессированию деформации [41]. Целью исследования E. Amaricaí и соавт. было сравнить функциональные возможности здоровых детей и 14 больных ВДГК в сочетании с кифозом грудного отдела позвоночника. Больным не было показано оперативное лечение (ИГ $<3,25$). Они прошли 12-недельные курсы ФТ и ЛФК, которые были направлены на коррекцию осанки, укрепление мышц спины и грудной клетки, повышение физической работоспособности. Параметры функциональных возможностей оценивались до и после 12-недельного курса реабилитации с помощью спирометрии и пульсоксиметрии. Так у детей с ВДГК значительно увеличились объём форсированного выдоха за первую секунду, форсированная жизненная ёмкость лёгких, улучшились результаты теста на 6-минутную ходьбу. Однако показатели все равно были ниже, чем у здоровых детей [37]. В исследовании N. Alasa и соавт. оценивали эффективность ФТ и ЛФК, применяемых в дополнение к лечению ВК. В исследование вошли 26 пациентов с ВДГК в возрасте 11–18 лет, которые были рандомизированы на 2 равные группы: пациенты 1 группы использовали ВК по 30–60 мин 2 раза в день; пациенты 2 группы использовали ВК в том же режиме и прошли 12-недельный курс реабилитации. Программа реабилитации включала курсы дыхательных и аэробных упражнений, гимнастику и упражнения, направленные на исправление осанки, укрепление мышц спины и груди. Через 12 нед. проводили антропометрические измерения деформаций, нарушений осанки и оценивали качество жизни по различным шкалам. Так, внешнее измерение окружности грудной клетки, глубины деформации и антропометрический индекс по E.B. Rebeis и соавт. [42] (отношение глубины деформации к переднезаднему размеру грудной клетки в области нижней трети грудины) улучшились у пациентов обеих групп ($p < 0,05$), но у пациентов 2 группы результаты были лучше ($p < 0,05$). Оценка по шкале восприятия пациентом своей деформации улучшилась в обеих группах, тогда как оценка по шкалам удовлетворённости лечением и качества жизни по модифицированному опроснику Насса для взрослых (NQ-mA) [43, 44] значительно улучшились у пациентов 2 группы ($p < 0,05$). Улучшение осанки наблюдалось только у пациентов, прошедших курс реабилитации [45].

Осложнения при лечении вакуумным колоколом

Осложнения при лечении ВК встречаются часто, но они, как правило, не тяжёлые и быстро проходят. Почти каждый пациент при первых применениях ВК предъявляет жалобы на боль и дискомфорт в области грудной клетки. Частым осложнением являются петехии, подкожная гематома (29–68%) [16, 20, 22, 29, 33], утолщение и потемнение кожи в месте контакта с ВК (9,7%) [14, 22], боли в спине (6,5%) [19, 22], волдыри (6,5–30%) [14, 22, 29]. Некоторые пациенты жаловались на преходящую парестезию верхних конечностей [16, 19], а пациентки подросткового возраста — на дискомфорт в области молочных желёз [33]. Все эти проявления быстро проходили после снятия ВК и не требовали обезболивания. Для уменьшения побочных эффектов ВК L. Toselli и соавт. изготовили портативный вакуумметр для амбулаторного использования пациентами. Все пациенты постепенно увеличивали отрицательное давление, начиная с 30 мбар в течение первых нескольких нед. При совместном использовании вакуумметра и ВК никаких побочных эффектов не наблюдалось [46]. Некоторые специалисты сходятся во мнении, что постепенное увеличение отрицательного давления, в течение первых мес., имеет решающее значение для предотвращения повреждений кожи и обеспечения адаптации мягких тканей грудной стенки к ВК [20, 21, 46].

Интраоперационное использование вакуумного колокола

Операция по методу Насса в настоящее время является самой распространённой при коррекции ВДГК. Несмотря на то, что операция связана с более высоким риском повреждения сердца и необходимостью введения металлической пластины, превосходный косметический результат и отсутствие необходимости в резекции хрящей делают её более предпочтительной по сравнению с методом Равича [47]. Наряду с широким использованием операции Насса в качестве «золотого стандарта» хирургического лечения ВДГК увеличилось общее число осложнений и осложнений, близких к летальному исходу. Также в литературе сообщалось о случае остановки сердца без прямого повреждения сердца во время операции Насса у больного ВДГК с коронарно-лёгочными артериальными шунтами и у больного без сердечных аномалий. J. Zou и соавт. описали 2 случая остановки сердца во время проведения и после поворота корригирующей пластины [48].

В последнее время все большее число авторов сообщают о рутинном использовании методов элевации грудины во время операции Насса для повышения безопасности и снижения частоты осложнений [49–51]. Для профилактики травмы сердца, существует несколько

методов с использованием различных устройств, включая кран и проволоочный шов, подъёмный крюк, ВК, ретрактор Кента или Лангенбека в сочетании с дополнительными разрезами.

Применение ВК для элевации грудины подробно описано в работе F.M. Naescker и соавт. ВК обеспечивал достоверное поднятие грудины, подтверждённое при торакокопии. Продвижение интродьюсера и установка пластины были безопасными, успешными и неосложнёнными у всех пациентов (даже у пациентов старше 25 лет). Не было отмечено случаев поражения сердца, перикарда или сосудов грудной полости [52]. В отличие от других методов элевации грудины, ВК не требует дополнительных разрезов кожи или проколов и поэтому не оставляет послеоперационных рубцов. F.M. Naescker и соавт. рекомендуют рутинное интраоперационное использование ВК при операции по методу Насса. Одним из аргументов в пользу ВК является то, что техника элевации грудины должна быть направлена на улучшение аспектов качества и безопасности вмешательства без дополнительного образования видимых послеоперационных рубцов. Безусловно, тяжесть деформации, эластичность передней грудной стенки и возраст пациента — важные аспекты, способные повлиять на качество и безопасность элевации грудины.

Поскольку ВК является наименее инвазивным из всех доступных методов, но не менее эффективным, ряд авторов рекомендует его интраоперационное применение в качестве неотъемлемой части стандартизированной операции Насса [53, 54].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ВК является эффективным и безопасным методом лечения ВДГК. По сравнению с хирургическим вмешательством, элевация грудины ВК сопровождается небольшим количеством не тяжёлых осложнений. ВК наиболее эффективен у пациентов раннего возраста, с неглубокой симметричной деформацией и эластичной грудной клеткой. Однако 5,5–17,8% пациентов отказывались от лечения и/или прибегли к оперативному методу из-за неудовлетворительного результата или снижения мотивации [18, 21, 22]. Это указывает на важность тщательного отбора пациентов, учитывая их индивидуальные особенности и мотивацию. Объективно оценить эффективность лечения достаточно сложно. Оценка должна включать рентгенологические и визуальные методы контроля. ВК можно использовать интраоперационно при выполнении торакопластики по Нассу — он неинвазивно поднимает грудину, позволяя безопасно провести интродьюсер и пластину. Вопрос о постоянстве результата консервативного лечения остаётся актуальным, требует исследований с более длительным катамнезом и большим количеством пациентов.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Источник финансирования. Статья публикуется без спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии явных и потенциальных конфликтов интересов.

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE. Набольший вклад распределён следующим образом: А.О. Шоминова, З.Б. Митупов, Г.С. Гынку, А.А. Павлов — сбор и обработка материала, написание текста; В.И. Нурик, А.Ю. Разумовский — редактирование.

ADDITIONAL INFORMATION

Funding source. The publication had no sponsorship.

Competing interests. The authors claim that there is no conflict of interest in the article.

Authors' contribution. All authors confirm compliance of their authorship with the international ICMJE criteria. The largest contribution is distributed as follows: A.O. Shominova, Z.B. Mitupov, G.S. Gincu, A.A. Pavlov — the collection and processing of the material, writing the text; A.Yu. Razumovskii, V.I. Nurik — editing.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алхасов А.Б., Батраков С.Ю. Воронкообразная деформация грудной клетки. В кн.: Детская хирургия: национальное руководство / под ред. А.Ю. Разумовского. 2-е изд. Серия «Национальные руководства». Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2021. С. 86–91. doi: 10.33029/9704-5785-6-PSNR-2021-2-1-1280
2. Кулик И.О., Плякин В.А., Саруханян О.О., и др. Этиология и патогенез воронкообразной деформации грудной клетки у детей // Травматология и ортопедия России. 2013. № 2. С. 136–141. EDN: QJEVKJ
3. Fokin A.A., Steuerwald N.M., Ahrens W.A., Allen K.E. Anatomical, histologic, and genetic characteristics of congenital chest wall deformities // *Semin Thorac Cardiovasc Surg.* 2009. Vol. 21, N 1. P. 44–57. EDN: XWYVFI doi: 10.1053/j.semtcvs.2009.03.001
4. Saxena A.K. Overview of repair of pectus excavatum type of deformities. Chest wall de-formities. Berlin: Springer, 2017. P. 329–349. doi: 10.1007/978-3-662-53088-7_27
5. Lopushinsky S.R., Fecteau A.H. Pectus deformities: A review of open surgery in the modern era // *Semin Pediatr Surg.* 2008. Vol. 17, N 3. P. 201–208. doi: 10.1053/j.sempedsurg.2008.03.009
6. Kelly A.M., Frauenfelder T., Hodler J., et al. Diseases of the chest wall, pleura, and dia-phragm // Hodler J., Kubik-Huch R.A., von Schulthess G.K., editors. Diseases of the chest, breast, heart and vessels 2019–2022: Diagnostic and interven-tional imaging [Internet]. Cham (CH): Springer, 2019. Chapter 9. P. 95–106. doi: 10.1007/978-3-030-11149-6_9
7. Комолкин И.А., Афанасьев А.П., Щеголев Д.В. Роль наследственности в происхождении врожденных деформаций грудной клетки (обзор литературы) // Гений ортопедии. 2012. № 2. С. 152–156. EDN: PBXKJB
8. Baran S., Ignys A., Ignys I. Respiratory dysfunction in patients with Marfan syndrome // *J Physiol Pharmacol.* 2007. Vol. 58, Suppl. 5, Pt. 1. P. 37–41.
9. Kelly R.E. Pectus excavatum: Historical background, clinical picture, preoperative evaluation and criteria for operation // *Semin Pediatr Surg.* 2008. Vol. 17, N 3. P. 181–193. doi: 10.1053/j.sempedsurg.2008.03.002
10. Kelly R.E., Goretsky M.J., Obermeyer R., et al. Twenty-one years of experience with mini-mally invasive repair of pectus excavatum by the nuss procedure in 1215 patients // *Ann Surg.* 2010. Vol. 252, N 6. P. 1072–1081. doi: 10.1097/SLA.0b013e3181effdce
11. Robicsek F., Watts L.T. Surgical correction of pectus excavatum. How did we get here? Where are we going? // *Thorac Cardiovasc Surg.* 2011. Vol. 59, N 1. P. 5–14. doi: 10.1055/s-0030-1250602
12. Goretsky M.J., Kelly R.E., Croitoru D., Nuss D. Chest wall anomalies: Pectus excavatum and pectus carinatum // *Adolesc Med Clin.* 2004. Vol. 15, N 3. P. 455–471. doi: 10.1016/j.admecli.2004.06.002
13. Park H.J., Lee I.S., Kim K.T. Extreme eccentric canal type pectus excavatum: Morphological study and repair techniques // *Eur J Cardiothorac Surg.* 2008. Vol. 34, N 1. P. 150–154. doi: 10.1016/j.ejcts.2008.03.044
14. Loufopoulos I., Karagiannidis I.G., Lampridis S., et al. Vacuum bell: Is it a useful innovative device for pectus excavatum correction? // *Turk Thorac J.* 2021. Vol. 22, N 3. P. 251–256. doi: 10.5152/TurkThoracJ.2021.20035
15. Jaroszewski D., Notrica D., McMahon L., et al. Current management of pectus excavatum: A review and update of therapy and treatment recommendations // *J Am Board Fam Med.* 2010. Vol. 23, N 2. P. 230–239. doi: 10.3122/jabfm.2010.02.090234
16. Haecker F.M. The vacuum bell for conservative treatment of pectus excavatum: The basle experience // *Pediatr Surg Int.* 2011. Vol. 27, N 6. P. 623–627. EDN: KFRHMI doi: 10.1007/s00383-010-2843-7
17. Haecker F.M., Sesia S. Non-surgical treatment of pectus excavatum // *J Vis Surg.* 2016. Vol. 23, N 2. P. 63. doi: 10.21037/jovs.2016.03.14
18. Haecker F.M., Sesia S. Vacuum bell therapy // *Ann Cardiothorac Surg.* 2016. Vol. 5, N 5. P. 440–449. doi: 10.21037/acs.2016.06.06
19. Schier F., Bahr M., Klobe E. The vacuum chest wall lifter: An innovative, nonsurgical addi-tion to the management of pectus excavatum // *J Pediatr Surg.* 2005. Vol. 40, N 3. P. 496–500. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2004.11.033
20. Obermeyer R.J., Cohen N.S., Kelly R.E., et al. Nonoperative management of pectus excava-tum with vacuum bell therapy: A single center study // *J Pediatr Surg.* 2018. Vol. 53, N 6. P. 1221–1225. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2018.02.088
21. Lopez M., Patoir A., Costes F., et al. Preliminary study of efficacy of cup suction in the cor-rection of typical pectus excavatum // *J Pediatr Surg.* 2016. Vol. 51, N 1. P. 183–187. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2015.10.003
22. St-Louis E., Miao J., Emil S., et al. Vacuum bell treatment of pectus excavatum: An early North American experience // *J Pediatr Surg.* 2019. Vol. 54, N 1. P. 194–199. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2018.10.011
23. Toselli L., Vallee M., Elmo G., et al. Implementation and acceptance rates of a specially de-signed vacuumometer for the vacuum bell treatment of pectus excavatum // *J Pediatr Surg.* 2021. Vol. 56, N 12. P. 2235–2238. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2021.03.008
24. Jung Y., Yi E., Lee K., et al. Surgical versus vacuum bell therapy for the correction of pectus excavatum: A comparison of 1-year treatment outcomes // *J Chest Surg.* 2021. Vol. 54, N 6. P. 473–479. doi: 10.5090/jcs.21.073
25. Togoro S.Y., Tedde M.L., Eisinger R.S., et al. The vacuum bell device as a sternal lifter: An immediate effect even with a short time use // *J Pediatr Surg.* 2018. Vol. 53, N 3. P. 406–410. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2017.04.016
26. Yi E., Lee K., Jung Y., et al. Finding suitable candidates for vacuum bell therapy in pectus ex-cavatum patients // *Sci Rep.* 2021. Vol. 11, N 1. P. 22787. doi: 10.1038/s41598-021-02250-x

27. Mertens L.L., Friedberg M.K. Imaging the right ventricle--current state of the art // *Nat Rev Cardiol*. 2010. Vol. 7, N 10. P. 551–563. doi: 10.1038/nrcardio.2010.118
28. Monti L., Montini O., Voulaz E., et al. Cardiovascular magnetic resonance assessment of biventricular changes during vacuum bell correction of pectus excavatum // *J Thorac Dis*. 2019. Vol. 11, N 12. P. 5398–5406. doi: 10.21037/jtd.2019.12.41
29. Deng X., Huang P., Luo J., et al. A novel three-dimensional printed vacuum bell for pectus excavatum treatment: A preliminary study // *J Cardiothorac Surg*. 2020. Vol. 15, N 1. P. 240. doi: 10.1186/s13019-020-01276-y
30. Patel A.J., Hunt I. Is vacuum bell therapy effective in the correction of pectus excavatum? // *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2019. Vol. 29, N 2. P. 287–290. doi: 10.1093/icvts/ivz082
31. Sesia S.B., Hradetzky D., Haecker F.M. Monitoring the effectiveness of the vacuum bell during pectus excavatum treatment: Technical innovation // *J Pediatr Surg*. 2018. Vol. 53, N 3. P. 411–417. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2017.05.023
32. Nuss D., Obermeyer R.J., Kelly R.E. Pectus excavatum from a pediatric surgeon's perspective // *Ann Cardiothorac Surg*. 2016. Vol. 5, N 5. P. 493–500. doi: 10.21037/acs.2016.06.04
33. Gao Y., Li J.H., Yu J.G., et al. Noninvasive treatment of pectus excavatum with a vacuum bell combined with a three-dimensional scanner // *Pediatr Surg Int*. 2020. Vol. 36, N 10. P. 1205–1211. doi: 10.1007/s00383-020-04726-9
34. Shi Z., Li J., Gao Y., et al. Application of cameral-type three-dimensional scan in assessment of funnel chest. (In Chinese) // *Zhejiang Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban*. 2018. Vol. 47, N 3. P. 289–293. doi: 10.3785/j.issn.1008-9292.2018.06.12
35. Deng X., Huang P., Luo J., et al. A novel three-dimensional printed vacuum bell for pectus excavatum treatment: A preliminary study // *J Cardiothorac Surg*. 2020. Vol. 15, N 1. P. 240. doi: 10.1186/s13019-020-01276-y
36. Furuta S., Nagae H., Ohyama K., et al. The vacuum treatment for the pectus excavatum thickened subcutaneous fat of the chest wall and is effective in preteenagers // *Pediatr Surg Int*. 2020. Vol. 36, N 12. P. 1465–1469. doi: 10.1007/s00383-020-04758-1
37. Amăricăi E., Suciu O., Onofrei R.R., et al. Assessment of children with pectus excavatum without surgical correction // *Wien Klin Wochenschr*. 2019. Vol. 131, N 5–6. P. 126–131. doi: 10.1007/s00508-018-1406-0
38. Kuhn M.A., Nuss D. Pectus deformities. In: Mattei P., editor. *Fundamentals of pediatric surgery*. New York: Springer, 2011. P. 313–321.
39. Schwabegger A.H., Kuhn A.M., Nuss D. Special techniques in the funnel chest deformity. In: Schwabegger A.H., editor. *Congenital thoracic wall deformities: diagnosis, therapy and current developments*. Vienna: Springer, 2011. P. 107–200.
40. Cheung S.Y. Exercise therapy in the correction of pectus excavatum // *J Pediatr Respir Crit Care*. 2005. N 1. P. 10–13.
41. Kelly R.E., Shamberger R.C. Congenital chest wall deformities. In: Coran A.G., Caldame A., Adzick N.S., et al., editors. *Pediatric surgery*. 7th ed. Amsterdam: Elsevier Saunders, 2012. P. 779–796.
42. Rebeis E.B., Campos J.R., Fernandez A., et al. Anthropometric index for Pectus excavatum // *Clinics (Sao Paulo)*. 2007. Vol. 62, N 5. P. 599–606. doi: 10.1590/s1807-59322007000500011
43. Norlander L., Karlsson J., Anderzén-Carlsson A., et al. Translation and psychometric evaluation of the Swedish versions of the nuss questionnaire modified for adults and the single step questionnaire // *J Patient Rep Outcomes*. 2021. Vol. 5, N 1. P. 21. doi: 10.1186/s41687-021-00293-2
44. Bahadır A.T., Kuru P., Afacan C., et al. Validity and reliability of the Turkish version of the nuss questionnaire modified for adults // *Korean J Thorac Cardiovasc Surg*. 2015. Vol. 48, N 2. P. 112–119. doi: 10.5090/kjtcs.2015.48.2.112
45. Alaca N., Alaca I., Yüksel M. Physiotherapy in addition to vacuum bell therapy in patients with pectus excavatum // *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2020. Vol. 31, N 5. P. 650–656. doi: 10.1093/icvts/ivaa161
46. Toselli L., Chinni E., Nazar-Peirano M., et al. Determinants of success associated with vacuum bell treatment of pectus excavatum // *J Pediatr Surg*. 2022. Vol. 57, N 11. P. 550–554. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2022.04.010
47. Croitoru D.P., Kelly R.E., Goretsky M.J., et al. Experience and modification update for the minimally invasive Nuss technique for pectus excavatum repair in 303 patients // *J Pediatr Surg*. 2002. Vol. 37, N 3. P. 437–445. doi: 10.1053/jpsu.2002.30851
48. Zou J., Luo C., Liu Z., Cheng C. Cardiac arrest without physical cardiac injury during Nuss repair of pectus excavatum // *J Cardiothorac Surg*. 2017. Vol. 12, N 1. P. 61. doi: 10.1186/s13019-017-0624-2
49. Becmeur F., Ferreira C.G., Haecker F.M., et al. Pectus excavatum repair according to Nuss: Is it safe to place a retrosternal bar by a transpleural approach, under thoracoscopic vision? // *J Laparoendosc Adv Surg Tech A*. 2011. Vol. 21, N 8. P. 757–761. doi: 10.1089/lap.2011.0035
50. Bouchard S., Hong A.R., Gilchrist B.F., Kuenzler K.A. Catastrophic cardiac injuries encountered during the minimally invasive repair of pectus excavatum // *Semin Pediatr Surg*. 2009. Vol. 18, N 2. P. 66–72. doi: 10.1053/j.sempedsurg.2009.02.002
51. Hebra A. Minor and major complications related to minimally invasive repair of pectus excavatum // *Eur J Pediatr Surg*. 2018. Vol. 28, N 4. P. 320–326. doi: 10.1055/s-0038-1670690
52. Haecker F.M., Sesia S.B. Intraoperative use of the vacuum bell for elevating the sternum during the Nuss procedure // *J Laparoendosc Adv Surg Tech A*. 2012. Vol. 22, N 9. P. 934–936. doi: 10.1089/lap.2012.0030
53. Haecker F.M., Krebs T., Kocher G.J., et al. Sternal elevation techniques during the minimally invasive repair of pectus excavatum // *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2019. Vol. 29, N 4. P. 497–502. doi: 10.1093/icvts/ivz142
54. Elsayed H. Crane technique with the vacuum bell device for improving access in the Nuss procedure // *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2015. Vol. 150, N 5. P. 1372–1373. doi: 10.1016/j.jtcvs.2015.03.064

REFERENCES

1. Alkhasov AB, Batrakov SYu. Funnel-shaped deformity of the thorax. In: Razumovsky AYu editor. *Paediatric surgery: National guide*. 2nd ed. Series "National Guidelines". Moscow: GEOTARMedia; 2021. P.86–91. (In Russ.) doi: 10.33029/9704-5785-6-PSNR-2021-2-1-1280
2. Kulik IO, Plyakin VA, Sarukhanyan OO. Etiology and pathogenesis of pectus excavatum in children. *Traumatology and orthopedics of Russia*. 2013;(2):136–141. EDN: QJEVKJ
3. Fokin AA, Steuerwald NM, Ahrens WA, Allen KE. Anatomical, histologic, and genetic characteristics of congenital chest wall

- deformities. *Semin Thorac Cardiovasc Surg.* 2009;21(1):44–57. EDN: XWYVFI doi: 10.1053/j.semtcvs.2009.03.001
4. Saxena AK. Overview of repair of pectus excavatum type of deformities. In book: Chest wall deformities. Berlin: Springer; 2017. P.329–349. doi: 10.1007/978-3-662-53088-7_27
5. Lopushinsky SR, Fecteau AH. Pectus deformities: A review of open surgery in the modern era. *Semin Pediatr Surg.* 200;17(3):201–208. doi: 10.1053/j.sempedsurg.2008.03.009
6. Kelly AM, Frauenfelder T, Hodler J, et al. Diseases of the chest wall, pleura, and diaphragm. In: Hodler J, Kubik-Huch RA, von Schulthess GK, editors. *Diseases of the chest, breast, heart and vessels 2019–2022: Diagnostic and interventional imaging* [Internet]. Cham (CH): Springer; 2019. Chapter 9. P:95–106. doi: 10.1007/978-3-030-11149-6_9
7. Komolkin IA, Afanasyev AP, Shchegolev DV. The role of heredity in the occurrence of the chest congenital deformities (review of the literature). *Genij ortopedii.* 2012;(2):152–156. EDN: PBXKJB
8. Baran S, Ignyś A, Ignyś I. Respiratory dysfunction in patients with Marfan syndrome. *J Physiol Pharmacol.* 2007;58(Suppl 5, Pt 1):37–41.
9. Kelly RE. Pectus excavatum: Historical background, clinical picture, preoperative evaluation and criteria for operation. *Semin Pediatr Surg.* 2008;17(3):181–193. doi: 10.1053/j.sempedsurg.2008.03.002
10. Kelly RE, Goretsky MJ, Obermeyer R, et al. Twenty-one years of experience with minimally invasive repair of pectus excavatum by the Nuss procedure in 1215 patients. *Ann Surg.* 2010;252(6):1072–1081. doi: 10.1097/SLA.0b013e3181effdce
11. Robicsek F, Watts LT. Surgical correction of pectus excavatum. How did we get here? Where are we going? *Thorac Cardiovasc Surg.* 2011;59(1):5–14. doi: 10.1055/s-0030-1250602
12. Goretsky MJ, Kelly RE, Croitoru D, Nuss D. Chest wall anomalies: Pectus excavatum and pectus carinatum. *Adolesc Med Clin.* 2004;15(3):455–471. doi: 10.1016/j.admecli.2004.06.002
13. Park HJ, Lee IS, Kim KT. Extreme eccentric canal type pectus excavatum: Morphological study and repair techniques. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2008;34(1):150–154. doi: 10.1016/j.ejcts.2008.03.044
14. Loufopoulos I, Karagiannidis IG, Lampridis S, et al. Vacuum bell: Is it a useful innovative device for pectus excavatum correction? *Turk Thorac J.* 2021;22(3):251–256. doi: 10.5152/TurkThoracJ.2021.20035
15. Jaroszewski D, Notrica D, McMahon L, et al. Current management of pectus excavatum: A review and update of therapy and treatment recommendations. *J Am Board Fam Med.* 2010;23(2):230–239. doi: 10.3122/jabfm.2010.02.090234
16. Haecker FM. The vacuum bell for conservative treatment of pectus excavatum: The basle ex-perience. *Pediatr Surg Int.* 2011;27(6):623–627. EDN: KFRHMI doi: 10.1007/s00383-010-2843-7
17. Haecker FM, Sesia S. Non-surgical treatment of pectus excavatum. *J Vis Surg.* 2016;23(2):63. doi: 10.21037/jovs.2016.03.14
18. Haecker FM, Sesia S. Vacuum bell therapy. *Ann Cardiothorac Surg.* 2016;5(5):440–449. doi: 10.21037/acs.2016.06.06
19. Schier F, Bahr M, Klobe E. The vacuum chest wall lifter: An innovative, nonsurgical addition to the management of pectus excavatum. *J Pediatr Surg.* 2005;40(3):496–500. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2004.11.033
20. Obermeyer RJ, Cohen NS, Kelly RE, et al. Nonoperative management of pectus excavatum with vacuum bell therapy: A single center study. *J Pediatr Surg.* 2018;53(6):1221–1225. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2018.02.088
21. Lopez M, Patoir A, Costes F, et al. Preliminary study of efficacy of cup suction in the correction of typical pectus excavatum. *J Pediatr Surg.* 2016;51(1):183–187. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2015.10.003
22. St-Louis E, Miao J, Emil S, et al. Vacuum bell treatment of pectus excavatum: An early North American experience. *J Pediatr Surg.* 2019;54(1):194–199. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2018.10.011
23. Toselli L, Vallee M, Elmo G, et al. Implementation and acceptance rates of a specially de-signed vacuumeter for the vacuum bell treatment of pectus excavatum. *J Pediatr Surg.* 2021;56(12):2235–2238. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2021.03.008
24. Jung Y, Yi E, Lee K, et al. Surgical versus vacuum bell therapy for the correction of pectus excavatum: A comparison of 1-year treatment outcomes. *J Chest Surg.* 2021;54(6):473–479. doi: 10.5090/jcs.21.073
25. Togoro SY, Tedde ML, Eisinger RS, et al. The vacuum bell device as a sternal lifter: An im-mediate effect even with a short time use. *J Pediatr Surg.* 2018;53(3):406–410. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2017.04.016
26. Yi E, Lee K, Jung Y, et al. Finding suitable candidates for vacuum bell therapy in pectus ex-cavatum patients. *Sci Rep.* 2021;11(1):22787. doi: 10.1038/s41598-021-02250-x
27. Mertens LL, Friedberg MK. Imaging the right ventricle--current state of the art. *Nat Rev Cardi-ol.* 2010;7(10):551–563. doi: 10.1038/nrcardio.2010.118
28. Monti L, Montini O, Voulaz E, et al. Cardiovascular magnetic resonance assessment of biven-tricular changes during vacuum bell correction of pectus excavatum. *J Thorac Dis.* 2019;11(12):5398–5406. doi: 10.21037/jtd.2019.12.41
29. Deng X, Huang P, Luo J, et al. A novel three-dimensional printed vacuum bell for pectus ex-cavatum treatment: A preliminary study. *J Cardiothorac Surg.* 2020;15(1):240. doi: 10.1186/s13019-020-01276-y
30. Patel AJ, Hunt I. Is vacuum bell therapy effective in the correction of pectus excavatum? *In-teract Cardiovasc Thorac Surg.* 2019;29(2):287–290. doi: 10.1093/icvts/ivz082
31. Sesia SB, Hradetzky D, Haecker FM. Monitoring the effectiveness of the vacuum bell during pectus excavatum treatment: Technical innovation. *J Pediatr Surg.* 2018;53(3):411–417. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2017.05.023
32. Nuss D, Obermeyer RJ, Kelly RE. Pectus excavatum from a pediatric surgeon's perspective. *Ann Cardiothorac Surg.* 2016;5(5):493–500. doi: 10.21037/acs.2016.06.04
33. Gao Y, Li JH, Yu JG, et al. Noninvasive treatment of pectus excavatum with a vacuum bell combined with a three-dimensional scanner. *Pediatr Surg Int.* 2020;36(10):1205–1211. doi: 10.1007/s00383-020-04726-9
34. Shi Z, Li J, Gao Y, et al. Application of cameral-type three-dimensional scan in assessment of funnel chest. (In Chinese). *Zhejiang Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban.* 2018;47(3):289–293. doi: 10.3785/j.issn.1008-9292.2018.06.12
35. Deng X, Huang P, Luo J, et al. A novel three-dimensional printed vacuum bell for pectus ex-cavatum treatment: A preliminary study. *J Cardiothorac Surg.* 2020;15(1):240. doi: 10.1186/s13019-020-01276-y
36. Furuta S, Nagae H, Ohyama K, et al. The vacuum treatment for the pectus excavatum thickened subcutaneous fat of the chest wall and is effective in preteenagers. *Pediatr Surg Int.* 2020;36(12):1465–1469. doi: 10.1007/s00383-020-04758-1
37. Amăricăi E, Suciu O, Onofrei RR, et al Assessment of children with pectus excavatum with-out surgical correction. *Wien Klin Wochenschr.* 2019;131(5-6):126–131. doi: 10.1007/s00508-018-1406-0
38. Kuhn MA, Nuss D. Pectus deformities. In: Mattei P, editor. *Fundamentals of pediatric surgery.* New York: Springer; 2011. P:313–321.
39. Schwabegger AH, Kuhn AM, Nuss D. Special techniques in the funnel chest deformity. In: Schwabegger AH, editor. *Congenital thoracic wall deformities: Diagnosis, therapy and current developments.* Vienna: Springer; 2011. P:107–200.
40. Cheung SY. Exercise therapy in the correction of pectus excavatum. *J Pediatr Respir Crit Care.* 2005;(1):10–13.

41. Kelly RE, Shamberger RC. Congenital chest wall deformities. In: Coran AG, Caldamone A, Adzick NS, et al., editors. *Pediatric surgery*. 7th ed. Amsterdam: Elsevier Saunders; 2012. P:779–796.
42. Rebeis EB, Campos JR, Fernandez A, et al. Anthropometric index for Pectus excavatum. *Clin-ics (Sao Paulo)*. 2007;62(5):599–606. doi: 10.1590/s1807-59322007000500011
43. Norlander L, Karlsson J, Anderzén-Carlsson AV, et al. Translation and psychometric evaluation of the Swedish versions of the nuss questionnaire modified for adults and the single step questionnaire. *J Patient Rep Outcomes*. 2021;5(1):21. doi: 10.1186/s41687-021-00293-2
44. Bahadır AT, Kuru P, Afacan C, et al. Validity and reliability of the Turkish version of the nuss questionnaire modified for adults. *Korean J Thorac Cardiovasc Surg*. 2015;48(2):112–119. doi: 10.5090/kjtcs.2015.48.2.112
45. Alaca N, Alaca I, Yüksel M. Physiotherapy in addition to vacuum bell therapy in patients with pectus excavatum. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2020;31(5):650–656. doi: 10.1093/icvts/ivaa161
46. Toselli L, Chinni E, Nazar-Peirano M, et al. Determinants of success associated with vacuum bell treatment of pectus excavatum. *J Pediatr Surg*. 2022;57(11):550–554. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2022.04.010
47. Croitoru DP, Kelly RE, Goretsky MJ, et al. Experience and modification update for the mini-mally invasive Nuss technique for pectus excavatum repair in 303 patients. *J Pediatr Surg*. 2002;37(3):437–445. doi: 10.1053/jpsu.2002.30851
48. Zou J, Luo C, Liu Z, Cheng C. Cardiac arrest without physical cardiac injury during Nuss re-pair of pectus excavatum. *J Cardiothorac Surg*. 2017;12(1):61. doi: 10.1186/s13019-017-0624-2
49. Becmeur F, Ferreira CG, Haecker FM, et al. Pectus excavatum repair according to Nuss: Is it safe to place a retrosternal bar by a transpleural approach, under thoracoscopic vision? *J Laparoendosc Adv Surg Tech A*. 2011;21(8):757–761. doi: 10.1089/lap.2011.0035
50. Bouchard S, Hong AR, Gilchrist BF, Kuenzler KA. Catastrophic cardiac injuries encountered during the minimally invasive repair of pectus excavatum. *Semin Pediatr Surg*. 2009;18(2):66–72. doi: 10.1053/j.sempedsurg.2009.02.002
51. Hebra A. Minor and major complications related to minimally invasive repair of pectus excavatum. *Eur J Pediatr Surg*. 2018;28(4):320–326. doi: 10.1055/s-0038-1670690
52. Haecker FM, Sesia SB. Intraoperative use of the vacuum bell for elevating the sternum during the Nuss procedure. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A*. 2012;22(9):934–936. doi: 10.1089/lap.2012.0030
53. Haecker FM, Krebs T, Kocher GJ, et al. Sternal elevation techniques during the minimally invasive repair of pectus excavatum. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2019;29(4):497–502. doi: 10.1093/icvts/ivz142
54. Elsayed H. Crane technique with the vacuum bell device for improving access in the Nuss procedure. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2015;150(5):1372–1373. doi: 10.1016/j.jtcvs.2015.03.064

ОБ АВТОРАХ

* **Шомина Алена Олеговна;**

адрес: Россия, 117997, Москва, ул. Островитянова, д. 1;
ORCID: 0000-0001-7205-0937;
e-mail: alshominova@icloud.com

Митупов Зорикто Батоевич, д-р мед. наук, профессор;

ORCID: 0000-0002-0016-6444;
eLibrary SPIN: 5182-1748;
e-mail: zmitupov@mail.ru

Разумовский Александр Юрьевич, д-р мед. наук, профессор,
чл.-кор. РАН;

ORCID: 0000-0002-9497-4070;
eLibrary SPIN: 3600-4701;
e-mail: 1595105@mail.ru

Нурик Вера Исаковна, канд. мед. наук;

ORCID: 0009-0002-6025-1357;
eLibrary SPIN: 1431-2990;
e-mail: vera.nurik@mail.ru

Гынку Георге Степанович, д-р мед. наук;

ORCID: 0000-0003-4350-5423;
e-mail: laritei@mail.ru

Павлов Анатолий Александрович, канд. мед. наук;

ORCID: 0000-0003-1709-646X;
e-mail: doctorpavlov@mail.ru

AUTHORS' INFO

* **Alena O. Shominova, MD;**

address: 1 Ostrovityanova street, 117887 Moscow, Russia;
ORCID: 0000-0001-7205-0937;
e-mail: alshominova@icloud.com

Zorikto B. Mitupov, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor;

ORCID: 0000-0002-0016-6444;
eLibrary SPIN: 5182-1748;
e-mail: zmitupov@mail.ru

Aleksander Yu. Razumovskij, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor,
Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences;

ORCID: 0000-0002-9497-4070;
eLibrary SPIN: 3600-4701;
e-mail: 1595105@mail.ru

Vera I. Nurik, MD, Cand. Sci. (Medicine);

ORCID: 0009-0002-6025-1357;
eLibrary SPIN: 1431-2990;
e-mail: vera.nurik@mail.ru

George S. Gincu, MD, Dr. Sci. (Medicine),

ORCID: 0000-0003-4350-5423;
e-mail: laritei@mail.ru

Anatoliy A. Pavlov, MD, Cand. Sci. (Medicine);

ORCID: 0000-0003-1709-646X;
e-mail: doctorpavlov@mail.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/ps765>

Трансфузионная терапия компонентами аллогенной крови у детей в кардиохирургии

В.С. Зюзин

Федеральный центр высоких медицинских технологий, Калининград, Россия

АННОТАЦИЯ

В статье рассматриваются особенности применения компонентов аллогенной крови у новорожденных и грудных детей. Данная работа адресована в первую очередь специалистам «нетрансфузиологического» профиля, таким как неонатологи, анестезиологи–реаниматологи, педиатры, гематологи и детские хирурги. Анатомические и физиологические особенности детского организма, особенно характерные для периода новорожденности, обуславливают различные подходы в клиническом применении компонентов донорской крови. Однако описание трансфузионной терапии у детей встречается лишь в незначительной доле клинических рекомендаций, а на законодательном уровне она регулируется приказом Министерства здравоохранения и Постановлением Правительства. Последние документы носят административный характер и не облегчают клиницисту принятия решения в конкретной ситуации. В то же время применение аллогенной крови связано с существенными осложнениями. Общая распространённость посттрансфузионных реакций у детей выше, чем у взрослых, и она связана с более высокими показателями смертности. Особенно это касается детской кардиохирургии. Использование донорской крови после искусственного кровообращения (ИК) связано с такими послеоперационными осложнениями, как тромбозы, инсульт, острое повреждение почек, длительная искусственная вентиляция лёгких и смерть. Подчеркивается необходимость научного обоснования каждой трансфузии с позиции доказательной медицины. Показания к гемотрансфузии рекомендуется определять не только концентрацией гемоглобина и гематокрита, но и дополнительными физиологическими триггерами. С целью минимизации нежелательных трансфузионных реакций и осложнений следует использовать современные технологии повышения качества компонентов крови. Цель обзора — обобщение и структурирование современных данных о трансфузионной терапии у детей. Рассматриваются отечественные клинические рекомендации и зарубежные публикации. Сравнивается рестриктивная и либеральная стратегия трансфузионной терапии.

Выявлены особенности критериев показания, алгоритмов назначения, скорости и объёмов введения компонентов донорской крови у пациентов детских отделений.

Ключевые слова: неонатология; педиатрия; детская хирургия; переливание крови.

Как цитировать:

Зюзин В.С. Трансфузионная терапия компонентами аллогенной крови у детей в кардиохирургии // Детская хирургия. 2024. Т. 28. № 2. С. 206–214. DOI: <https://doi.org/10.17816/ps765>

DOI: <https://doi.org/10.17816/ps765>

Transfusion therapy with allogeneic blood components in children of cardiosurgical units

Vadim S. Zyuzin

Federal High Medical Technologies Center, Kaliningrad, Russia

ABSTRACT

The article discusses features of allogeneic blood component transfusion in newborns and infants. This work is primarily addressed to specialists of "non-transfusiological" profile, such as neonatologists, anesthesiologists, intensive care specialists, pediatricians, hematologists and pediatric surgeons. Specific anatomical and physiological structure of child's organism, especially at its neonatologic period, specifies different approaches to the clinical application of donor blood components. However, description of transfusion therapy in children is found only in a small proportion of clinical recommendations, and its legislative level is regulated with an order of the Ministry of Health and the Government decree. Last documents are of administrative nature, and do not help much clinicians in specific decision-making situation. At the same time, transfusion with allogeneic blood is associated with significant complications. The overall prevalence of posttransfusion reactions in children is higher than in adults, and is associated with higher mortality rates. This is especially true for pediatric cardiac surgery. Application of donated blood after cardiopulmonary bypass surgery is associated with postoperative complications such as thrombosis, stroke, acute kidney injury, prolonged mechanical ventilation and death. The authors emphasize the necessity of scientific substantiation of each transfusion with evidence-based medicine. Indications for hemotransfusion have to rely not only on the concentration of hemoglobin and hematocrit, but also on additional physiological triggers. In order to minimize undesirable transfusion reactions and complications, modern technologies should be used to improve the quality of blood components. Attention is focused on modern components of donated blood. The review is aimed to summarize and structure current data on transfusion therapy in pediatric patients. The authors analyse domestic and foreign clinical recommendations and publications. Restrictive and liberal strategies of transfusion therapy are compared. Specific criteria for indications, algorithms for prescription, speed and volume of donor blood component infusion in pediatric units were revealed.

Keywords: neonatology; pediatrics; pediatric cardiac surgery; blood transfusion.

To cite this article:

Zyuzin VS. Transfusion therapy with allogeneic blood components in neonatological and pediatric patients in cardiac surgery. *Russian Journal of Pediatric Surgery*. 2024;28(2):206–214. DOI: <https://doi.org/10.17816/ps765>

ОБОСНОВАНИЕ

Значительные физиологические различия между новорождёнными и детьми старшего возраста, а также между детьми и взрослыми обуславливают различные подходы в клиническом применении компонентов донорской крови. Данные об их применении у детей, в отличие от взрослых, были ограничены систематическими обзорами, а конкретные рекомендации отсутствовали.

В 2019 г. в журнале «Pediatric Anaesthesia» опубликовано 4 издание «Административных и клинических стандартов обращения с кровью пациентов» (Педиатрическая версия). Эти стандарты содержали клинические стратегии оптимизации лечения кровотечений и минимизации воздействия аллогенной крови. В них отмечалось, что по сравнению со стандартами для взрослых, клиническое применение донорской крови у детей к тому моменту не являлись общепринятыми в качестве стандарта лечения [1].

В то же время применение донорской крови связано с существенными осложнениями. По данным литературы, общая распространённость трансфузионных реакций у детей выше, чем у взрослых, и связана с более высокими показателями смертности. Эффект массивной кровопотери у детей выражен гораздо сильнее и существеннее влияет на тканевую перфузию [2–4].

Особенно это касается детской кардиохирургии. Использование донорской крови после искусственного кровообращения (ИК) связано с такими послеоперационными осложнениями, как тромбозы, инсульт, острое повреждение почек, длительная искусственная вентиляция лёгких и смерть. Единственным компонентом крови, который продемонстрировал полное отсутствие статистически значимой связи с перечисленными осложнениями, являлся криопреципитат [5].

В ряде работ рассматривалось применение реинфузии аутокрови у пациентов с экстракорпоральной сердечной деятельностью при коррекции врождённых пороков сердца. Авторы этих работ продемонстрировали, что реинфузия аутокрови помогает улучшить результаты лечения, сократить использование аллогенной крови и снизить экономические затраты [6, 7].

А.А. Ивкин и соавт. оценивали влияние отказа от заполнения контура ИК аллогенными эритроцитами у детей с врождёнными пороками сердца на повреждение головного мозга в послеоперационном периоде. Авторы исследования показали безопасность и эффективность стратегии нейропротекции, заключающейся

в отказе от использования донорских эритроцитов в качестве прайм-растворов [8].

В современных руководствах с целью оптимизации управления педиатрическими кровотечениями и минимизации воздействия аллогенных продуктов крови освещаются универсальные клинические стратегии. К ним относят лечение предоперационной анемии, научно обоснованные рекомендации по использованию аллогенной крови, использование ограничительных порогов трансфузии, применение вязкоэластичных тестов, концентратов факторов свёртывания, профилактику гемодилюции и гипотермии [9, 10].

Несмотря на принятые рекомендации и руководства, проведённые исследования констатировали, что тактика использования аллогенной крови в педиатрической практике остаётся далёкой от идеала из-за ограниченного объёма данных и существенных различий в практике [11].

На законодательном уровне трансфузионная терапия в неонатологии и педиатрии регулируется приказом Министерства здравоохранения Российской Федерации (РФ) и Постановлением Правительства РФ. Согласно действующему законодательству, трансфузию назначают на основании клинических рекомендаций (протоколов лечения)^{1,2}.

Однако описание клинического применения у детей встречается лишь в незначительной доле клинических рекомендаций. Вышеперечисленные документы носят административный характер и не облегчают клиницисту принятия решения в конкретной ситуации [12–14].

Гемотрансфузии

Новорождёнными считаются дети в возрасте до 28 дней от момента рождения. В ряде рандомизированных контролируемых исследований сравнивали результаты либеральной (концентрация гемоглобина [Hb] >90 г/л) и рестриктивной (Hb <70 г/л) гемотрансфузионной стратегии. После оценки смертности и заболеваемости был сделан вывод, что рестриктивная стратегия связана с уменьшением длительности госпитализации, частоты трансфузионных реакций и т. д. Данные положения подтвердились как у новорождённых с очень низкой массой тела (менее 1500 г) [15], так и в группе недоношенных новорождённых (родившихся до 37 недели беременности) [16, 17].

Для лечения гемодинамически стабильных пациентов (кроме новорождённых), включая пациентов в критическом состоянии, рекомендуют ограниченную стратегию (табл. 1) [18].

Детям, перенёвшим кардиохирургическое вмешательство, рекомендуют определять показания к гемотрансфузии не только концентрацией гемоглобина (Hb)

¹ Приказ Министерства здравоохранения РФ от 20.10.2020 № 1134н «Об утверждении порядка медицинского обследования реципиента, проведения проб на индивидуальную совместимость, включая биологическую пробу, при трансфузии донорской крови и (или) ее компонентов». Режим доступа: <https://base.garant.ru/74900960/?ysclid=lumff8l97b432476152>. Дата обращения: 15.01.2024.

² Постановление Правительства РФ от 22 июня 2019 г. N 797 «Об утверждении Правил заготовки, хранения, транспортировки и клинического использования донорской крови и ее компонентов и о признании утратившими силу некоторых актов Правительства Российской Федерации». Режим доступа: <https://base.garant.ru/72284110/?ysclid=lumff79bkk963175118>. Дата обращения: 15.01.2024.

Таблица 1. Стратегия гемотрансфузии у гемодинамически стабильных пациентов

Table 1. Hemotransfusion strategy in hemodynamically stable patients

Концентрация гемоглобина, г/л	Стратегия гемотрансфузии
70	Часто целесообразна для гемодинамически стабильных детей с ацианотическим пороком, но может не потребоваться пациентам с хорошей компенсацией или при наличии другой специфической терапии
80	Может оказаться целесообразной при наличии клинических признаков и симптомов анемии. Также следует учитывать предыдущую реакцию пациента на гемотрансфузии
90	Часто целесообразна для гемодинамически стабильных детей с цианотическим пороком и при наличии клинических признаков и симптомов анемии

и гематокрита (Ht). Дополнительно показания нужно обосновывать оценкой клинического состояния ребёнка, признаками и симптомами анемии, дополнительными физиологическими триггерами. В качестве последних могут выступать увеличение экстракции кислорода выше 50%, увеличение концентрации лактата артериальной крови выше 2,5 ммоль/л, уменьшение $p_{cv}O_2$ ниже 32 мм рт. ст., $Sat_{cv}O_2$ — ниже 60%. На принятие решения должно влиять наличие активного кровотечения, приём лекарств, врождённые и/или приобретённые нарушения свёртываемости крови [19].

Для минимизации нежелательных трансфузионных реакций и осложнений следует использовать современные технологии повышения качества компонентов крови. Попадание донорской плазмы и лейкоцитов в сосудистое русло реципиента чревато аллергическими и фебрильными реакциями, передачей вирусов, риском аллоиммунизации. Наиболее безопасными сегодня считают эритроцитсодержащие компоненты с удалёнными донорскими лейкоцитами и с замещением плазмы донора добавочным раствором. Так, детям рекомендуют преимущественно лейкоредуцированную эритроцитарную взвесь [20, 21].

Национальная служба крови Австралии для минимизации риска, связанного с трансфузионно-ассоциированной циркуляторной перегрузкой, рекомендует рассчитывать объём эритроцитсодержащих компонентов новорождённым не в дозах, а в миллилитрах. Рекомендуемый объём трансфузии 10–20 мл/кг. Большой объём можно применять при анемии тяжёлой степени или сопутствующем кровотечении. При наличии анемии тяжёлой степени ($Hb < 50$ г/л) гемотрансфузию следует проводить медленнее и под тщательным наблюдением, а также может

потребоваться введение диуретиков. У детей с массой тела менее 15 кг можно использовать следующую формулу:

$$\text{Объём трансфузии, мл} = \text{MT} \times (Hb_{\text{план}} - Hb_{\text{факт}}) \times 0,5,$$

где MT — масса тела пациента, кг;
 $Hb_{\text{план}}$ — планируемая концентрация гемоглобина, г/л;
 $Hb_{\text{факт}}$ — фактическая концентрация гемоглобина, г/л;
0,5 — трансфузионный коэффициент.

Меньшее значение коэффициента может оказаться недостаточным для достижения желаемого прироста гемоглобина. Введение в объёме 10 мл/кг часто бывает достаточным и приводит к увеличению Hb примерно на 20 г/л. Детям массой тела более 15 кг следует использовать одну дозу эритроцитов с последующей повторной оценкой необходимости дополнительной дозы. Пациентам, у которых показаны многочисленные трансфузии, однокомпонентный подход может оказаться нецелесообразным. Поэтому необходимый объём эритроцитсодержащих компонентов следует рассчитывать по приведённой выше формуле [22].

Свежезамороженная плазма

Согласно современным источникам, показанием для назначения свежезамороженной плазмы (СЗП) служит дефицит витамина К, синдром диссеминированного внутрисосудистого свёртывания, врождённый дефицит V фактора свёртывания при отсутствии концентрата данного фактора, активное кровотечение. Не следует использовать СЗП для профилактики пери- или внутрижелудочкового кровоизлияния у недоношенных детей, с целью замещения объёма, для коррекции показателей скрининга свёртывающей системы крови. Объём вводимой плазмы составляет 10–15 мл/кг массы тела [23].

Для профилактики передачи вирусов, бактерий и донорских лимфоцитов рекомендуют применять методы инактивации патогенов. Данные, собранные на настоящий момент, свидетельствуют о безопасности и клинической эффективности патогенредуцированной плазмы [24, 25].

Острое повреждение лёгких, связанное с трансфузией (transfusion-related acute lung injury, TRALI), является тяжёлой трансфузионной реакцией, возникающей во время трансфузии или в течение 6 часов после трансфузии. TRALI характеризуется гипоксией и некардиогенным отёком лёгких [26]. Антилейкоцитарные антитела признаны основным фактором патогенеза TRALI. Учитывая, что антитела против человеческого лейкоцитарного антигена чаще выявляются у повторнородящих женщин, стратегия снижения риска TRALI, включает использование СЗП, заготовленную из крови мужчин [27].

Концентрат тромбоцитов

Опубликованы результаты рандомизированного исследования PlaNet-2/MATISSE по переливанию концентрата

тромбоцитов (КТ) недоношенным новорождённым. Авторы пришли к выводу, что реципиенты данной группы с более высоким порогом профилактической трансфузии ($50 \times 10^9/\text{л}$) имели более высокий уровень смертности или значительных нарушений нервного развития в скорректированном возрасте 2 лет, чем пациенты с тромбоцитопенией $25 \times 10^9/\text{л}$ (табл. 2). Объем трансфузии 10 мл/кг, рекомендуемая продолжительность инфузии около 2–3 ч [28].

У недоношенных новорождённых, помимо пороговых значений необходимы дополнительные маркеры для оценки необходимости трансфузий аллогенных тромбоцитов. В качестве нового маркера был предложен подсчёт незрелых тромбоцитов [29].

Для остальных детей назначение трансфузии КТ будет зависеть от состояния пациента и сопутствующей патологии. Пациентам, вес которых превышает 15 кг, объём введения допустимо указывать в единицах. Реципиентам с дополнительными факторами риска — активное кровотечение, синдром диссеминированного внутрисосудистого свертывания, тяжёлая неонатальная аллоиммунная тромбоцитопения (НАТ) — могут потребоваться большие объёмы или повторные трансфузии. ТК не показан при иммунной тромбоцитопении (например, идиопатической тромбоцитопенической пурпуре, гемолитическом

уремическом синдроме), за исключением случаев угрожающего кровотечения [30].

НАТ — иммунное заболевание, характеризующееся материнскими антителами, разрушающими тромбоциты плода. Клинически НАТ проявляется рефрактерностью к трансфузиям аллогенных тромбоцитов, распространёнными петехиями и гематомами вокруг мест инъекций, внутримозговыми кровоизлияниями. С целью диагностики определяют количество тромбоцитов и наличие тромбоцитарных антигенов и антител у матери. Трансфузия КТ при НАТ рекомендуется при числе тромбоцитов $<20 \times 10^9/\text{л}$ и отсутствии кровотечения, при числе тромбоцитов $<50 \times 10^9/\text{л}$ и наличии в анамнезе внутримозгового кровоизлияния у близких родственников. В качестве преодоления рефрактерности к донорским КТ рекомендуются трансфузии тромбоцитов по индивидуальному подбору, внутривенное введение иммуноглобулинов, трансфузии отмытых тромбоцитов от матери [31].

Санитарно-эпидемиологические требования по профилактике инфекционных болезней, утверждённые главным санитарным врачом РФ, с целью снижения риска передачи гемоконтактных инфекций предписывают у детей использовать патогенредуцированные и лейкофильтрованные КТ [32].

По данным гемонадзора Национальной сети безопасности здравоохранения Соединённых Штатов Америки, риск побочных реакций при использовании аферезных КТ в 6 и 2 раза выше по сравнению с пулированными и патогенредуцированными соответственно. Многолетние наблюдения британского гемонадзора показали меньшую аллергогенность пулированных тромбоцитов [33, 34].

Значительно более высокая частота TRALI наблюдалась при трансфузиях КТ, заготовленных от доноров женского пола. Это может быть связано с тем, что тромбоциты, суспендированные в плазме, содержат антитела против человеческого лейкоцитарного антигена. Между тем, замещение донорской плазмы в КТ добавочным раствором, может снизить заболеваемость, связанную с TRALI [35, 36]. Так, детям для коррекции тромбоцитопении рекомендуется применять патогенредуцированный концентрат пулированных тромбоцитов в добавочном растворе [37].

Криопреципитат

Предоперационное профилактическое применение криопреципитата не показано пациентам с незначительными нарушениями коагуляции, особенно тем, кто до ИК получал антикоагулянты. Однако при наличии послеоперационного кровотечения и увеличении активированного частичного тромбопластинового времени важно обеспечить адекватную отмену гепарина. ИК может вызывать у новорождённых заметное снижение концентрации факторов свёртывания крови, включая фибриноген. Предполагаемая концентрация фибриногена 1,5 г/л используется в качестве порога для переливания криопреципитата [38].

Таблица 2. Рекомендации по трансфузии тромбоцитов недоношенным новорождённым

Table 2. Recommendations for platelet transfusion in premature newborns

Уровень тромбоцитов	Состояние	Рекомендация
$<10 \times 10^9/\text{л}$	Активное кровотечение	Требуется трансфузия
	Стабильный пациент без кровотечения	Требуется профилактическая трансфузия
$<20 \times 10^9/\text{л}$	Активного кровотечения нет, но имеются факторы риска кровотечения (сепсис, лихорадка, коагулопатия или почечная недостаточность)	Требуется профилактическая трансфузия
$<50 \times 10^9/\text{л}$	При кровотечении в течение предыдущих 48 ч	Требуется профилактическая трансфузия
$<50 \times 10^9/\text{л}$	Пациенты, планируемые на малоинвазивные процедуры (рентгенхирургические методы диагностики и лечения, замена или ревизия электрокардиостимулятора) и на хирургические вмешательства	Требуется профилактическая трансфузия

Данные, полученные в результате исследования L.A. Downey и соавт., позволяют предположить, что препарат концентрата фибриногена можно рассматривать как альтернативу криопреципитату для лечения гипофибриногенемии у детей с кровотечением после ИК [39].

У новорождённых, находящихся на экстракорпоральной мембранной оксигенации (ЭКМО), наблюдалась более высокая частота внутричерепных кровоизлияний при низкой концентрации фибриногена. Поскольку контуры ЭКМО подвергают циркулирующую кровь воздействию искусственных поверхностей, происходит адсорбция фибриногена, активация контактного пути свёртывания крови, образование тромбина и фибринолиз. По данным исследований, большинство детей, находящихся на ЭКМО, получают СЗП и/или криопреципитат [40].

Криопреципитат рекомендуют назначать в дозе 1 Ед (40 мл) на 10 кг массы тела; это может повысить концентрацию фибриногена на 5 г/л. Большинству новорождённых достаточно 5–10 мл/кг. При наследственных коагулопатиях, таких как гемофилия А, дефицит фактора XIII, гипофибриногенемия и болезнь Виллебранда, криопреципитат не рекомендуется, за исключением случаев, когда отсутствуют препараты концентрата фибриногена. Для лечения приобретённого дефицита фибриногена вследствие синдрома диссеминированного внутрисосудистого свёртывания крови и коагулопатии потребления криопреципитат

преимущественно применяют при наличии кровотечения и концентрации фибриногена менее 1 г/л [41].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование компонентов крови является важной составляющей в современном лечении детей. На сегодня адекватной замены аллогенной крови не существует. Помимо спасения жизни донорская кровь несёт существенные риски для маленьких пациентов. В педиатрической практике следует использовать высококачественные компоненты крови, приготовленные с помощью современных технологий. Каждая трансфузия должна быть пациентоориентированной и научно обоснованной.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Источник финансирования. Статья публикуется без спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии явных и потенциальных конфликтов интересов.

ADDITIONAL INFORMATION

Funding source. The publication had no sponsorship.

Competing interests. The authors claim that there is no conflict of interest in the article.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Goobie S.M., Gallagher T., Gross I., Shander A. Society for the advancement of blood management administrative and clinical standards for patient blood management programs. 4th edition (pediatric version) // *Paediatric Anaesth.* 2019. Vol. 29, N 3. P. 231–236. doi: 10.1111/pan.13574
- Monchamont P. Adverse transfusion reactions in transfused children // *Transfus Clin Biol.* 2019. Vol. 26, N 4. P. 329–335. doi: 10.1016/j.tracbi.2019.08.002
- Wang Y., Sun W., Wang X., et al. Comparison of transfusion reactions in children and adults: A systematic review and meta-analysis // *Pediatr Blood Cancer.* 2022. Vol. 69, N 9. P. e29842. EDN: JSDTTK doi: 10.1002/pbc.29842
- Kamyszek R.W., Leraas H.J., Reed C., et al. Massive transfusion in the pediatric population: A systematic review and summary of best-evidence practice strategies // *J Trauma Acute Care Surg.* 2019. Vol. 86, N 4. P. 744–754. doi: 10.1097/TA.0000000000002188
- Busack C., Rana M.S., Beidas Y., et al. Intraoperative blood product transfusion in pediatric cardiac surgery patients: A retrospective review of adverse outcomes // *Paediatr Anaesth.* 2023. Vol. 33, N 5. P. 387–397. doi: 10.1111/pan.14637
- Martinez M.J., Schwingshackl A., Romero T., et al. Cell saver blood transfusions may be associated with a decrease in inflammation and improved outcome measures in pediatric cardiac surgery patients // *Perfusion.* 2023. Vol. 38, N 4. P. 717–724. EDN: KOPZUV doi: 10.1177/02676591221078420
- Guerra G.A., Ryerson L., Garros D., et al. Standard versus restrictive transfusion strategy for pediatric cardiac ECLS patients: Single center retrospective cohort study // *ASAIO J.* 2023. Vol. 69, N 7. P. 681–686. doi: 10.1097/MAT.0000000000001917
- Ivkin A.A., Grigoriev E., Sinitskaya A.V. Refraining from packed red blood cells in cardiopulmonary bypass priming as a method of neuroprotection in pediatric cardiac surgery // *J Clin Med.* 2023. Vol. 12, N 4. P. 1465. EDN: YXUKFZ doi: 10.3390/jcm12041465
- Faraoni D., Meier J., New H.V., et al. Patient blood management for neonates and children undergoing cardiac surgery: 2019 NATA Guidelines // *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2019. Vol. 33, N 12. P. 3249–3263. EDN: HIJVNG doi: 10.1053/j.jvca.2019.03.036
- New H.V., Stanworth S.J., Gottstein R., et al.; BSH Guidelines Transfusion Task Force. British Society for Haematology Guidelines on transfusion for fetuses, neonates and older children (Br J Haematol. 2016;175:784–828). Addendum August 2020 // *Br J Haematol.* 2020. Vol. 191, N 5. P. 725–727. doi: 10.1111/bjh.17109
- Al-Mozain N., Arora S., Goel R., et al. Patient blood management in adults and children: What have we achieved, and what still needs to be addressed? // *Transfus Clin Biol.* 2023. Vol. 30, N 3. P. 355–359. doi: 10.1016/j.tracbi.2023.03.005
- Анемия при злокачественных новообразованиях. Клинические рекомендации Минздрава России. Национальное гематологическое общество, Национальное общество детских гематологов, онкологов, 2017. Режим доступа: <https://oncology-association.ru/wp-content/uploads/2022/04/anemiya-pri-zlokachestvennyh-novoobrazovaniyah.pdf?ysclid=lumfqkpf8y725718047>. Дата обращения: 15.01.2024.
- Опухоли головного и спинного мозга у детей. Клинические рекомендации Минздрава России. Российское общество детских он-

кологов (ПОДО), 2017. Режим доступа: <https://neirodoc.ru/wp-content/uploads/2019/10/opuholi-golovnogo-i-spinnogo-mozga-u-detey-2017.pdf?ysclid=lumftjqawq41526173>. Дата обращения: 15.01.2024.

14. Рак носоглотки. Возрастная категория: дети. Клинические рекомендации Минздрава России. Российское общество детских онкологов, Национальное общество детских гематологов, онкологов, 2020. Режим доступа: <https://xn--80axcg.xn--p1ai/wp-content/uploads/2022/09/Рак-носоглотки.pdf?ysclid=lumfwi183t982870119>. Дата обращения: 15.01.2024.

15. Franz A.R., Engel C., Bassler D., et al. Effects of liberal vs restrictive transfusion thresholds on survival and neurocognitive outcomes in extremely low-birth-weight infants: The ETTNO Randomized Clinical Trial // *JAMA*. 2020. Vol. 328, N 2. P. 217. doi: 10.1001/jama.2020.10690

16. Kirpalani H., Bell E.F., Hintz S.R., et al. Higher or lower hemoglobin transfusion thresholds for preterm infants // *N Engl J Med*. 2020. Vol. 324, N 6. P. 560–570. doi: 10.1001/jama.2020.10690

17. Holzapfel L.F., Rysavy M.A., Bell E.F. Red blood cell transfusion thresholds for anemia of prematurity // *Neoreviews*. 2023. Vol. 24, N 6. P. 370–376. doi: 10.1542/neo.24-6-e370

18. Duan Z.X., Chen D.X., Yang B.Z., Zhang X.Q. Transfusion strategies for pediatric cardiac surgery: A meta-analysis and trial sequential analysis // *Pediatr Cardiol*. 2021. Vol. 42, N 6. P. 1241–1251. doi: 10.1007/s00246-021-02644-8

19. Nasser B., Tageldein M., AlMesned A., Kabbani M. Effects of blood transfusion on oxygen extraction ratio and central venous saturation in children after cardiac surgery // *Ann Saudi Med*. 2017. Vol. 37, N 1. P. 31–37. doi: 10.5144/0256-4947.2017.31

20. Жибурт Е.Б. Новые клинические рекомендации по трансфузиологии: проблемы и решения // *Справочник заведующего КДЛ*. 2022. № 1. С. 21–24. EDN: CXINBZ

21. Жибурт Е.Б., Кузнецов С.И., Чемоданов И.Г., и др. Новое в трансфузиологии (на виртуальном конгрессе Международного общества переливания крови) // *Трансфузиология*. 2021. Т. 22, № 1. С. 47–64. EDN: YVWZAZ

22. National Blood Authority (NBA). Patient blood management guidelines module 6: Neonatal and paediatrics. Canberra, Australia: NBA, 2016.

23. Жибурт Е.Б. Детская трансфузиология: руководство для врачей. Москва: ГОЭТАР-Медиа, 2023. 163 с.

24. Григорьянц Р.Г., Самсонова Н.Н., Осипов К.К., и др. Первый опыт применения вирусинактивированной донорской плазмы во время операции на сердце и сосудах у новорождённых и детей первого года жизни // *Клиническая физиология кровообращения*. 2012. № 3. С. 53–56. EDN: RWOXNB

25. Эйхлер О.В., Четкин А.В., Аджигитова Е.В., и др. Характеристика реакций и осложнений, возникших в связи с трансфузией донорской крови и ее компонентов, в медицинских организациях Российской Федерации в 2019 году // *Трансфузиология*. 2022. № 21. С. 304–312. EDN: PFCQUQ

26. Guo K., Ma S. The Immune system in transfusion-related acute lung injury prevention and therapy: Update and perspective // *Front Mol Biosci*. 2021. N 8. P. 639976. doi: 10.3389/fmolb.2021.639976

27. Yu Y., Lian Z. Update on transfusion-related acute lung injury: An overview of its pathogenesis and management // *Front Immunol*. 2023. N 14. P. 1175387. doi: 10.3389/fimmu.2023.1175387

28. Moore C.M., D'Amore A., Fustolo-Gunnink S., et al. Two-year outcomes following a randomised platelet transfusion trial in

preterm infants // *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*. 2023. Vol. 108, N 5. P. 452–457. doi: 10.1136/archdischild-2022-324915

29. Ree I.M., Lopriore E. Updates in neonatal hematology: Causes, risk factors, and management of anemia and thrombocytopenia // *Hematol Oncol Clin North Am*. 2019. Vol. 33, N 3. P. 521–532. doi: 10.1016/j.hoc.2019.01.013

30. Patel R.M., Josephson C. Neonatal and pediatric platelet transfusions: Current concepts and controversies // *Curr Opin Hematol*. 2019. Vol. 26, N 6. P. 466–472. doi: 10.1097/MOH.0000000000000542

31. Norton T., Newberry D., Jnah A. Neonatal alloimmune thrombocytopenia: A concise review // *Adv Neonatal Care*. 2021. Vol. 21, N 2. P. 115–121. doi: 10.1097/ANC.0000000000000775

32. Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28 января 2021 г. № 4 «Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 3.3686-21 "Санитарно-эпидемиологические требования по профилактике инфекционных болезней"» (с изменениями и дополнениями), п. 652. Режим доступа: <https://base.garant.ru/400342149/?ysclid=lumg8jg72p61679652>. Дата обращения: 15.01.2024.

33. Чемоданов И.Г., Аверьянов Е.Г., Кузнецов С.И., и др. Гемонадзор в Великобритании // *Трансфузиология*. 2020. Т. 21, № 1. С. 68–78. EDN: VWXXHM

34. Mowla S.J., Kracalik I.T., Sapiano M.R., et al. A comprasion of transfusion-related adverse reactions among apheresis platelets, whole blood-derived platelets, and platelets subjected to pathogen reduction technology as reported to the National Healthcare Safety Network Hemovigilance Module // *Transfus Med Rev*. 2021. Vol. 35, N 2. P. 78–84. doi: 10.1016/j.tmr.2021.03.003

35. Vossoughi S., Gorlin J., Kessler D.A., et al. Ten years of TRALI mitigation: Measuring our progress // *Transfusion*. 2019. Vol. 59, N 8. P. 2567–2574. doi: 10.1111/trf.15387

36. Kuldanek S.A., Kelher M., Silliman C.C. Risk factors, management and prevention of transfusion-related acute lung injury: A comprehensive update // *Expert Rev Hematol*. 2019. Vol. 12, N 9. P. 773–785. doi: 10.1080/17474086.2019.1640599

37. Хамитов Р.Г., Гаврилей А.В., Дрожжина И.Е., и др. Трудности внедрения пулированных тромбоцитов // *Тромбоз, гемостаз и реология*. 2022. № 4. С. 22–29. EDN: YHBZVI doi: 10.25555/THR.2022.4.1037

38. Grocott H.P., Jones P.M. Fibrinogen concentrate compared to cryoprecipitate to reduce transfusion in infants undergoing cardiac surgery: How confident can we be? // *Anesth Analg*. 2020. Vol. 131, N 2. P. e83–e84. doi: 10.1213/ANE.0000000000004885

39. Downey L.A., Andrews J., Hedlin H., et al. Fibrinogen concentrate as an alternative to cryoprecipitate in a postcardiopulmonary transfusion algorithm in infants undergoing cardiac surgery: A prospective randomized controlled trial // *Anesth Analg*. 2020. Vol. 130, N 3. P. 740–751. EDN: HGSSQB doi: 10.1213/ANE.0000000000004384

40. Surti J., Jain I., Mishra A., et al. Venoarterial extra corporeal membrane oxygenation and blood component usage in pediatric patients undergoing cardiac surgery: Single centre experience // *Ann Card Anaesth*. 2021. Vol. 24, N 2. P. 203–208. doi: 10.4103/aca.ACA_112_19

41. Crighton G.L., Huisman E.J. Pediatric fibrinogen PART II-overview of indications for fibrinogen use in critically ill children // *Front Pediatr*. 2021. N 9. P. 647680. EDN: SBGSPM doi: 10.3389/fped.2021.647680

REFERENCES

- Goobie SM, Gallagher T, Gross I, Shander A. Society for the advancement of blood management administrative and clinical standards for patient blood management programs. 4th edition (pediatric version). *Paediatric Anaesth.* 2019;29(3):231–236. doi: 10.1111/pan.13574
- Monchamont P. Adverse transfusion reactions in transfused children. *Transfus Clin Biol.* 2019;26(4):329–335. doi: 10.1016/j.traci.2019.08.002
- Wang Y, Sun W, Wang X, et al. Comparison of transfusion reactions in children and adults: A systematic review and meta-analysis. *Pediatr Blood Cancer.* 2022;69(9):e29842. EDN: JSDTTK doi: 10.1002/pbc.29842
- Kamyszek RW, Leraas HJ, Reed C, et al. Massive transfusion in the pediatric population: A systematic review and summary of best-evidence practice strategies. *J Trauma Acute Care Surg.* 2019;86(4):744–754. doi: 10.1097/TA.0000000000002188
- Busack C, Rana MS, Beidas Y, et al. Intraoperative blood product transfusion in pediatric cardiac surgery patients: A retrospective review of adverse outcomes. *Paediatr Anaesth.* 2023;33(5):387–397. doi: 10.1111/pan.14637
- Martinez MJ, Schwingshackl A, Romero T, et al. Cell saver blood transfusions may be associated with a decrease in inflammation and improved outcome measures in pediatric cardiac surgery patients. *Perfusion.* 2023;38(4):717–724. EDN: KOPZUV doi: 10.1177/02676591221078420
- Guerra GA, Ryerson L, Garros D, et al. Standard versus restrictive transfusion strategy for pediatric cardiac ECLS patients: Single center retrospective cohort study. *ASAIO J.* 2023;69(7):681–686. doi: 10.1097/MAT.0000000000001917
- Ivkin AA, Grigoriev E, Sinitskaya AV. Refraining from packed red blood cells in cardiopulmonary bypass priming as a method of neuroprotection in pediatric cardiac surgery. *J Clin Med.* 2023;12(4):1465. EDN: YXUKFZ doi: 10.3390/jcm12041465
- Faraoni D, Meier J, New HV, et al. Patient blood management for neonates and children undergoing cardiac surgery: 2019 NATA Guidelines. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2019;33(12):3249–3263. EDN: HIJVNG doi: 10.1053/j.jvca.2019.03.036
- New HV, Stanworth SJ, Gottstein R, et al.; BSH Guidelines Transfusion Task Force. British society for haematology guidelines on transfusion for fetuses, neonates and older children (Br J Haematol. 2016;175:784–828). *Br J Haematol.* 2020;191(5):725–727. doi: 10.1111/bjh.17109
- Al-Mozain N, Arora S, Goel R, et al. Patient blood management in adults and children: What have we achieved, and what still needs to be addressed? *Transfus Clin Biol.* 2023;30(3):355–359. doi: 10.1016/j.traci.2023.03.005
- Anaemia in malignant neoplasms. Clinical recommendations of the Ministry of Health of the Russian Federation. National Society of Haematology, National Society of Paediatric Haematologists, Oncology; 2017. (In Russ). Available from: <https://oncology-association.ru/wp-content/uploads/2022/04/anemiya-pri-zlokachestvennyh-novoobrazovaniyah.pdf?ysclid=lumfqkpf8y725718047>. Accessed: 15.01.2024.
- Tumours of the brain and spinal cord in children. Clinical recommendations of the Ministry of Health of the Russian Federation. Russian Society of Paediatric Oncologists (RSPD); 2017. (In Russ). Available from: <https://neirodoc.ru/wp-content/uploads/2019/10/opuholi-golovnogo-i-spinnogo-mozga-u-detey-2017.pdf?ysclid=lumftjqawq41526173>. Accessed: 15.01.2024.
- Nasopharyngeal Cancer in Children. Clinical recommendations of the Ministry of Health of the Russian Federation. Russian Society of Children's Oncologists, National Society of Children's Haematologists, Oncologists; 2020. (In Russ). Available from: <https://xn--80axcg.xn--p1ai/wp-content/uploads/2022/09/Pak-nosoglotki.pdf?ysclid=lumfwi183t982870119>. Accessed: 15.01.2024.
- Franz AR, Engel C, Bassler D, et al. Effects of liberal vs restrictive transfusion thresholds on survival and neurocognitive outcomes in extremely low-birth-weight infants: The ETTNO Randomized Clinical Trial. *JAMA.* 2022;328(2):217. doi: 10.1001/jama.2020.10690
- Kirpalani H, Bell EF, Hintz SR, et al. Higher or lower hemoglobin transfusion thresholds for preterm infants. *N Engl J Med.* 2020;324(6):560–570. doi: 10.1001/jama.2020.10690
- Holzapfel LF, Rysavy MA, Bell EF. Red blood cell transfusion thresholds for anemia of prematurity. *Neoreviews.* 2023;24(6):370–376. doi: 10.1542/neo.24-6-e370
- Duan ZX, Chen DX, Yang BZ, Zhang XQ. Transfusion strategies for pediatric cardiac surgery: A meta-analysis and trial sequential analysis. *Pediatr Cardiol.* 2021;42(6):1241–1251. doi: 10.1007/s00246-021-02644-8
- Nasser B, Tageldein M, Mesned AL, Kabbani M. Effects of blood transfusion on oxygen extraction ratio and central venous saturation in children after cardiac surgery. *Ann Saudi Med.* 2017;37(1):31–37. doi: 10.5144/0256-4947.2017.31
- Zhiburt EB. New clinical recommendations on transfusiology: Problems and solutions. *Spravochnik zaveduyushchego KDL.* 2022;(1):21–24. EDN: CXINBZ
- Zhiburt EB, Kuznetsov SI, Chemodanov IG, et al. New in transfusiology (at the virtual congress of the international society of blood transfusion). *Transfuziologiya.* 2021;22(1):47–64. EDN: YVWZAZ
- National Blood Authority (NBA). *Patient blood management guidelines module 6: Neonatal and paediatrics.* Canberra, Australia: NBA; 2016.
- Zhiburt EB. Children's transfusiology: A guide for doctors. Moscow: GEOTAR-Media; 2023. 163 p. (In Russ.)
- Grigoryants RG, Samsonova NN, Osilov KK, et al. First experience of using virally inactivated donor plasma during cardiac and vascular surgery in newborns and children of the first year of life. *Clin Physiol Circulat.* 2012;(3):53–56. EDN: RWOXHB
- Eihler OV, Chechetkin AV, Ajigitova EV, et al. Characteristics of transfusion reactions and complications in medical organizations of the Russian Federation in 2019. *Transfuziologiya.* 2022;(21):304–312. EDN: PFCQUQ
- Guo K, Ma S. The Immune system in transfusion-related acute lung injury prevention and therapy: Update and perspective. *Front Mol Biosci.* 2021;(8):639976. doi: 10.3389/fmolb.2021.639976
- Yu Y, Lian Z. Update on transfusion-related acute lung injury: An overview of its pathogenesis and management. *Front Immunol.* 2023;(14):1175387. doi: 10.3389/fimmu.2023.1175387
- Moore CM, D'Amore A, Fustolo-Gunnink S, et al. Two-year outcomes following a randomised platelet transfusion trial in preterm infants. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed.* 2023;108(5):452–457. doi: 10.1136/archdischild-2022-324915
- Ree IM, Lopriore E. Updates in neonatal hematology: Causes, risk factors, and management of anemia and thrombocytopenia. *Hematol Oncol Clin North Am.* 2019;33(3):521–532. doi: 10.1016/j.hoc.2019.01.013

30. Patel RM, Josephson C. Neonatal and pediatric platelet transfusions: Current concepts and controversies. *Curr Opin Hematol.* 2019;26(6):466–472. doi: 10.1097/MOH.0000000000000542
31. Norton T, Newberry D, Jnah A. Neonatal alloimmune thrombocytopenia: A concise review. *Adv Neonatal Care.* 2021;21(2):115–121. doi: 10.1097/ANC.0000000000000775
32. Resolution of the Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation of 28 January 2021, No. 4 "On Approval of Sanitary Rules and Norms SanPiN 3.3686-21 "Sanitary and Epidemiological Requirements for the Prevention of Infectious Diseases" (as amended and supplemented), p. 652. (In Russ). Available from: <https://base.garant.ru/400342149/?ysclid=lumg8jg72p61679652>. Accessed: 15.01.2024.
33. Chemodanov IG, Averyanov EG, Kuznetsov SI, et al. Hemovigilance in the UK. *Transfuziologiya.* 2020;21(1):68–78. EDN: VWXXHM
34. Mowla SJ, Kracalik IT, Sapiano MR, et al. A comparison of transfusion-related adverse reactions among apheresis platelets, whole blood-derived platelets, and platelets subjected to pathogen reduction technology as reported to the National Healthcare Safety Network Hemovigilance Module. *Transfus Med. Rev.* 2021;35(2):78–84. doi: 10.1016/j.tmr.2021.03.003
35. Vossoughi S, Gorlin J, Kessler DA, et al. Ten years of TRALI mitigation: Measuring our progress. *Transfusion.* 2019;59(8):2567–2574. doi: 10.1111/trf.15387
36. Kuldaneck SA, Kelher M, Silliman CC. Risk factors, management and prevention of transfusion-related acute lung injury: A comprehensive update. *Expert Rev Hematol.* 2019;12(9):773–785. doi: 10.1080/17474086.2019.1640599
37. Khamitov RG, Gavriley AV, Drozhzhina IE, et al. Difficulties in the pooled platelets implementation. *Tromboz, gemostaz i reologia.* 2022;(4):22–29. EDN: YHBZVI doi: 10.25555/THR.2022.4.1037
38. Grocott HP, Jones PM. Fibrinogen concentrate compared to cryoprecipitate to reduce transfusion in infants undergoing cardiac surgery: How confident can we be? *Anesth Analg.* 2020;131(2):e83–e84. doi: 10.1213/ANE.0000000000004885
39. Downey LA, Andrews J, Hedlin H, et al. Fibrinogen concentrate as an alternative to cryoprecipitate in a postcardiopulmonary transfusion algorithm in infants undergoing cardiac surgery: A prospective randomized controlled trial. *Anesth Analg.* 2020;130(3):740–751. EDN: HGSSQB doi: 10.1213/ANE.0000000000004384
40. Surti J, Jain I, Mishra A, et al. Venoarterial extra corporeal membrane oxygenation and blood component usage in pediatric patients undergoing cardiac surgery: Single centre experience. *Ann Card Anaesth.* 2021;24(2):203–208. doi: 10.4103/aca.ACA_112_19
41. Crighton GL, Huisman EJ. Pediatric fibrinogen PART II-overview of indications for fibrinogen use in critically ill children. *Front Pediatr.* 2021;(9):647680. EDN: SBGSPM doi: 10.3389/fped.2021.647680

ОБ АВТОРЕ

Зюзин Вадим Сергеевич;

адрес: Россия, 236035, Калининград, а/я 5371;

ORCID: 0009-0005-4868-8400;

e-mail: zuruss@mail.ru

AUTHOR'S INFO

Vadim S. Zyuzin, MD;

address: PO Box 5371, 236035 Kaliningrad, Russia;

ORCID: 0009-0005-4868-8400;

e-mail: zuruss@mail.ru

DOI: <https://doi.org/10.17816/ps647>

Робот-ассистированная миотомия по Хеллеру в лечении ахалазии пищевода у детей

Ю.А. Козлов^{1–3}, С.С. Полоян^{1, 3}, Э.В. Сапухин¹, А.С. Страшинский¹, М.В. Макарошкина¹, А.А. Марчук¹, А.П. Рожанский³, А.А. Быргазов¹, С.А. Муравьев³, А.Н. Наркевич^{4, 5}

¹ Иркутская государственная областная детская клиническая больница, Иркутск, Россия;

² Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования, Иркутск, Россия;

³ Иркутский государственный медицинский университет, Иркутск, Россия;

⁴ Южно-Уральский государственный медицинский университет, Челябинск, Россия;

⁵ Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого, Красноярск, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Ахалазия пищевода у детей является редким заболеванием. Миотомия Хеллера в сочетании с фундопликацией по Дору остаётся методом выбора лечения этого заболевания. Хирургические подходы к лечению включают открытый, лапароскопический и роботизированный доступы. В статье описывается первый в России опыт выполнения роботизированной миотомии Хеллера у ребёнка, а также представлен обзор литературы по этой теме.

Описание клинического случая. В исследовании представлены ретроспективные данные мальчика 10 лет (масса тела 30 кг), прооперированного роботизированным методом по поводу ахалазии пищевода. Пациент поступил в хирургическое отделение Иркутской государственной областной детской клинической больницы в удовлетворительном состоянии с жалобами на дисфагию, частые срыгивания после приёма пищи, задержку в наборе массы тела. Диагноз «ахалазия кардии» был поставлен на основании результатов эзофагогастродуоденоскопии, эзофагографии и манометрии пищевода. Роботизированная миотомия Хеллера была выполнена с помощью хирургического робота Versius производства компании CMR (Великобритания). На момент операции длительность заболевания составила 3 г. Миотомия выполнена минимально инвазивным способом без конверсии в открытую процедуру. Общая длина миотомии составила 7 см, продолжительность вмешательства — 125 мин, длительность госпитализации — 4 дня, длительность наблюдения — 4 мес. В отдалённом послеоперационном периоде не было отмечено значимых осложнений в виде рецидива симптомов или возникновения гастроэзофагеального рефлюкса.

Заключение. Роботизированная миотомия Хеллера для лечения ахалазии пищевода у детей безопасна, эффективна и является хорошей альтернативой открытому и лапароскопическому доступу.

Ключевые слова: ахалазия пищевода; роботизированная хирургия; дети.

Как цитировать:

Козлов Ю.А., Полоян С.С., Сапухин Э.В., Страшинский А.С., Макарошкина М.В., Марчук А.А., Рожанский А.П., Быргазов А.А., Муравьев С.А., Наркевич А.Н. Робот-ассистированная миотомия по Хеллеру в лечении ахалазии пищевода у детей // Детская хирургия. 2024. Т. 28. № 2. С. 215–223. DOI: <https://doi.org/10.17816/ps647>

DOI: <https://doi.org/10.17816/ps647>

Robot-assisted Heller myotomy in the treatment of achalasia in children

Yuri A. Kozlov^{1–3}, Simon S. Poloyan^{1, 3}, Eduard V. Sapukhin¹, Alexey S. Strashinsky¹, Marina V. Makarochkina¹, Andrey A. Marchuk¹, Alexander P. Rozhanski³, Anton A. Byrgazov¹, Sergey A. Muravev³, Artem N. Narkevich^{4, 5}

¹ Children's Regional Clinical Hospital, Irkutsk, Russia;

² Irkutsk State Medical Academy of Postgraduate Education, Irkutsk, Russia;

³ Irkutsk State Medical University, Irkutsk, Russia;

⁴ South-Ural State Medical University, Chelyabinsk, Russia;

⁵ Professor V.F. Voyno-Yasenetsky Krasnoyarsk State Medical University, Krasnoyarsk, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: Esophageal achalasia in children is a rare disease. Heller myotomy combined with Dor fundoplication remains the treatment of choice for this disease. Surgical interventions include open, laparoscopic and robotic approaches. This article describes the first experience of Heller robot-assisted myotome in a child. It also presents a literature review on this topic.

CLINICAL CASE DESCRIPTION: The authors present retrospective data of a 10-year-old adolescent boy who was operated on for esophageal achalasia with the robot-assisted approach. The patient was admitted to the surgical department of Irkutsk State Regional Children's Clinical Hospital in satisfactory condition with complaints of dysphagia, frequent regurgitation after meals, and delayed weight gain. The diagnosis of cardia achalasia was put after contrast examination of the esophagus and after endoscopic examination of the upper gastrointestinal tract and after esophageal manometry. Heller robot-assisted myotomy was performed with surgical robot Versius (manufactured by CMR, UK). Patient's weight was 30 kg. His age was 10 years. This disease lasted for 3 years. Robot-assisted Heller myotomy was done in a minimally invasive manner without conversion to an open surgery. Total myotomy length was 7 cm; duration of surgical intervention — 125 minutes; duration of patient's stay in the hospital — 4 days; duration of follow-up — 4 months. In the late follow-up, no significant complications, like symptom recurrence or reflux, were seen.

CONCLUSION: Robotic-assisted Heller myotomy for esophageal achalasia in children is safe and effective technique. It is also good alternative to open and laparoscopic surgeries.

Keywords: esophageal achalasia; robot-assisted surgery; children.

To cite this article:

Kozlov YA, Poloyan SS, Sapukhin EV, Strashinsky AS, Makarochkina MV, Marchuk AA, Rozhanski AP, Byrgazov AA, Muravev SA, Narkevich AN. Robot-assisted Heller myotomy in the treatment of achalasia in children. *Russian Journal of Pediatric Surgery*. 2024;28(2):215–223. DOI: <https://doi.org/10.17816/ps647>

ОБОСНОВАНИЕ

Ахалазия представляет собой нарушение моторики пищевода, характеризующееся потерей релаксации нижнего пищеводного сфинктера в ответ на глотание и нарушением продвижения пищи по пищеводу. Её причины остаются неизвестными. Ахалазия пищевода встречается со средней частотой 0,11 случаев на 100 000 детей [1]. Симптомы заболевания состоят из дисфагии, которая может оказать серьёзное влияние на общее состояние ребёнка, включая значительную потерю веса. Диагноз «ахалазия» подтверждают результатами эзофагографии, манометрии пищевода и эзофагогастродуоденоскопии. Миотомия Хеллера в сочетании с фундопликацией по Дору остаётся методом выбора лечения этого заболевания. Хирургические подходы включают открытый, лапароскопический и роботизированный доступы [1]. Наиболее эффективным методом лечения ахалазии у детей является лапароскопическая миотомия Хеллера [2]. Этот минимально инвазивный подход обеспечивает стойкие долгосрочные результаты, лишённые недостатков классической открытой миотомии Хеллера: послеоперационной боли, неэстетичных рубцов и длительного восстановления пациентов после операции.

Однако на разных этапах лапароскопической процедуры могут возникать осложнения, в частности, перфорация слизистой оболочки [3, 4]. Роботизированная (робот-ассистированная) миотомия Хеллера (PMX) недавно показала себя как безопасное и эффективное лечение ахалазии пищевода у взрослых. На сегодня описано 26 случаев применения этого подхода в лечении детей [5–14]. Мы представляем описание случая лечения пациента с ахалазией пищевода, в котором мы впервые в России применили роботизированный подход.

ОПИСАНИЕ КЛИНИЧЕСКОГО СЛУЧАЯ

Мальчик, 10 лет, поступил в хирургическое отделение ОГАУЗ «Иркутская государственная областная детская клиническая больница» в удовлетворительном состоянии с диагнозом «гастроэзофагеальная рефлюксная болезнь». Больной жаловался на дисфагию, частые срыгивания после приёма пищи, задержку в наборе массы тела. Масса тела пациента составляла 30 кг, длительность симптомов — 3 г., суммарное давление расслабления нижнего пищеводного сфинктера — 35 мм рт. ст., оценка по шкале V. Eckardt — 9 баллов. Эндоскопическая баллонная дилатация не выполнялась.

Результаты физикального, лабораторного и инструментального исследования

На основании эзофагографии, эзофагогастродуоденоскопии и манометрии пищевода был поставлен диагноз «ахалазия кардии» (рис. 1). Решено выполнить хирургическое вмешательство с использованием роботизированной технологии.



Рис. 1. Эзофагография пациента с ахалазией пищевода.

Fig. 1. Esophagography of the patient with esophageal achalasia.

Описание хирургического вмешательства

PMX выполняли с помощью хирургического робота Versius производства компании CMR (Великобритания). Новейшая роботизированная система Versius представляет собой модульную открытую роботическую платформу с инструментами, способными проходить через 5-мм лапароскопические порты.

Операцию выполняют под общим наркозом. Пациента укладывают на спину. Консоль хирурга располагают в операционной так, чтобы хирург-оператор видел пациента боковым зрением постоянно. Монитор для хирурга-ассистента размещают справа от пациента. Визуализационный блок располагают с правой стороны от пациента. Инструментальные блоки размещают каудально с правой и левой стороны от пациента таким образом, чтобы не было конфликта между манипуляторами.

Выполняют карбоперитонеум с предустановленными параметрами инсуффляции (поток 5 л/мин, давление 12 мм рт. ст.), используя иглу Veress, введённую через пупочный разрез. Этот разрез используют затем для установки оптического 12-мм порта для введения эндоскопа. Два 5-мм инструментальных порта вводят билатерально от оптического так, чтобы соблюдался принцип триангуляции. Следует отметить, что эти два роботических порта располагают как можно латеральнее и каудальнее, чтобы избежать столкновения манипуляторов робота снаружи. В субкисфоидаальной области вводят дополнительный порт диаметром 3 мм для ретракции печени. Между оптическим портом и портом с левой стороны устанавливают дополнительный 5-мм порт для ассистенции.

Процедура начинается с рассечения френоперикардиальной связки. Короткие желудочные сосуды не лигируют. Идентифицируются и сохраняются передний и задний

блуждающие нервы. Продольную миотомию выполняют с помощью электрохирургического крючка, начиная с желудочно-пищеводного перехода и продвигаясь вверх на 5 см, затем продолжают разрез вниз на 2 см в сторону угла желудка (рис. 2).

После адекватной миотомии через назогастральный зонд выполняют аэропробу с инсуффляцией воздуха для проверки герметичности слизистой оболочки. Кончик зонда в это время находится в пищеводе над местом хирургического вмешательства. Затем дно желудка перемещают к разрезу пищевода и выполняют частичную переднюю фундопликацию по Дору путём подшивания дна желудка к краям миотомии нитями PDS II 2–0 (рис. 3, рис. 4).

Исход и результаты последующего наблюдения

После окончания операции пациент находился в палате интенсивной терапии в положении на спине с приподнятым головным концом кровати и не получал питание через рот на протяжении 24 ч. Позже было разрешено принимать жидкость и протёртую пищу в течение 1 нед. На 2-й нед. пациент переведён на полужидкую диету. Через 1 мес. после операции разрешено перейти на твёрдую пищу.

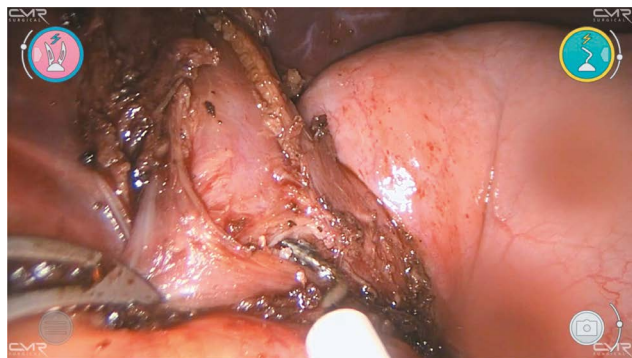


Рис. 2. Роботизированная миотомия Хеллера: этап продольного рассечения мышечного слоя пищевода.

Fig. 2. Heller robot-assisted myotomy: the stage of longitudinal dissection of muscular layer of the esophagus.

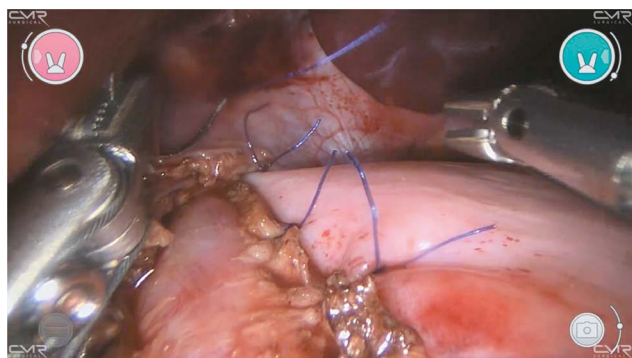


Рис. 3. Роботизированная миотомия Хеллера: этап фундопликации по Дору (фиксация латерального края манжеты).

Fig. 3. Heller robot-assisted myotomy: Dor fundoplication stage (fixation of the lateral edge of the cuff).



Рис. 4. Роботизированная миотомия Хеллера: этап фундопликации по Дору (фиксация медиального края манжеты).

Fig. 4. Heller robot-assisted myotomy: Dor fundoplication stage (fixation of the medial edge of the cuff).

В течение 3 мес. после вмешательства пациент перорально принимал ингибиторы протонной помпы и находился под наблюдением гастроэнтеролога с обязательным посещением врача через 1, 3 и 6 мес. Технический успех вмешательства определялся как достижение продольного рассечения мышечного слоя на всем протяжении поражённого сегмента пищевода с возможностью полного укрытия мышечного разреза тканью передней стенки желудка. Для оценки степени ахалазии использовали симптоматическую шкалу V. Eckardt [15]. Оценку выполняли до операции и через 4 мес. после вмешательства.

PMX была выполнена минимально инвазивным способом без конверсии в открытую процедуру. Общая длина миотомии 7 см. Продолжительность хирургического вмешательства 125 мин. Операция не сопровождалась такими интраоперационными осложнениями, как кровотечение, повреждение слизистой оболочки пищевода, травма соседних анатомических структур. Длительность госпитализации составила 4 дня, длительность наблюдения — 4 мес. В отдалённом послеоперационном периоде не отмечено значимых осложнений в виде рецидива симптомов или возникновения гастроэзофагеального рефлюкса. Клинический успех, оцениваемый на основании шкалы V. Eckardt, составил 0 баллов (≤ 3 баллов).

ОБСУЖДЕНИЕ

Ахалазия пищевода — редкое нервно-мышечное заболевание пищевода неизвестной этиологии, проявляющееся нарушением расслабления нижнего пищеводного сфинктера и, как следствие, снижением перистальтики пищевода [16, 17]. Клиническими симптомами болезни являются дисфагия, рвота, ночной кашель, недостаточное питание и задержка развития [17]. Цель лечения этого заболевания состоит в облегчении симптомов и восстановлении транзита пищи через пищевод [5]. Существует несколько вариантов лечения, включая инъекцию ботулинического токсина в нижний пищеводный сфинктер, эндоскопическую баллонную дилатацию пищевода, пероральную эндоскопическую миотомию (ПОЭМ) и хирургическую

миотомии Хеллера [2, 16]. Редкость этого заболевания у детей, наличие множества методов лечения и отсутствие рандомизированных контролируемых исследований в этой области не позволяют определить наиболее эффективный способ исправления аномалии [18].

На протяжении последних двух десятилетий лапароскопическая миотомия Хеллера использовалась в качестве первой линии лечения ахалазии не только у взрослых, но и у детей, обеспечивая хорошие долгосрочные результаты, на что указывают отсутствие рецидивов и необходимости повторного вмешательства [19]. Кроме того, лапароскопический подход значительно улучшает послеоперационные результаты — сокращает продолжительность пребывания в стационаре и снижает интенсивность послеоперационной боли. Некоторые авторы выступают за торакоскопический подход, хотя метаанализ литературы по этой теме не показал различий в отдалённых результатах, длительности госпитализации и времени операции по сравнению с лапароскопическим доступом [20].

В качестве альтернативы была представлена эндоскопическая ПОЭМ, которую в 2008 г. впервые провёл Н. Inoue взрослому пациенту [21]. О первом применении ПОЭМ у детей сообщено в 2012 г. Эта инновационная процедура была выполнена 3-летней девочке с ахалазией пищевода и синдромом Дауна [22]. С тех пор было опубликовано несколько исследований об использовании ПОЭМ для лечения детей [23]. В сравнительном исследовании Т. Caldaro и соавт. пришли к выводу, что лапароскопическая миотомия Хеллера и ПОЭМ одинаково безопасны и эффективны для детей [24]. Однако ПОЭМ в детской хирургии до сих пор не популярна из-за редкости заболевания и отсутствия потока пациентов, необходимого для того, чтобы эта процедура стала такой же простой и эффективной, как в руках взрослых эндоскопических хирургов. Поэтому в настоящее время эту операцию детям обычно выполняют врачи-эндоскописты, обладающие значительным опытом в области подслизистого туннелирования и эндоскопической резекции органов, по приглашению детских хирургов, склонных видеть в ПОЭМ сдвиг парадигмы хирургии в сторону электроинвазивного использования у детей трансоральных операций.

По этой причине лапароскопическая миотомия Хеллера считается методом выбора с отличными долгосрочными результатами лечения ахалазии у детей [16]. Однако традиционным лапароскопическим приборам не хватает гибкости и высококачественной трёхмерной визуализации, которые свойственны современным роботам, особенно при работе в узком анатомическом пространстве с необходимостью наложения сложных интракорпоральных швов [8]. Кроме этих преимуществ роботизированная хирургия обеспечивает масштабирование движений и устраняет тремор рук. Точная визуализация с высоким разрешением позволяет хирургу видеть все мышечные волокна пищевода, что снижает вероятность перфорации слизистой оболочки [13, 14]. Как лапароскопическая,

так и роботизированная миотомия пищевода сопоставимы по выполнимости, безопасности и долгосрочному облегчению симптомов. В сравнительном исследовании 121 миотомии Хеллера, выполненной взрослым пациентам, в группе роботизированных миотомий не было случаев перфорации слизистой оболочки, а в группе лапароскопических вмешательств перфорации произошли у 16% пациентов [23].

В большом ретроспективном сравнительном исследовании, включавшем 2683 взрослых пациента, перенёвших РМХ, открытую или лапароскопическую миотомию, А. Shaligram и соавт. не обнаружили различий между лапароскопическими и роботизированными процедурами с точки зрения заболеваемости, смертности, длительности госпитализации или частоты повторных госпитализаций [25]. И лапароскопические, и роботизированные операции превосходили открытую миотомию в отношении послеоперационных результатов, касающихся ускоренного восстановления пациентов после выполненных хирургических вмешательств [25].

Добавление антирефлюксной процедуры к миотомии Хеллера до сих пор вызывает споры [26]. Хотя исследования, проведённые с участием взрослых пациентов поддерживают выполнение антирефлюксной процедуры при миотомии Хеллера, до сих пор неясно, следует ли всем детям выполнять сопутствующую антирефлюксную операцию [27]. Антирефлюксная процедура значительно снижает риск гастроэзофагеального рефлюкса, но увеличивает риск дисфагии. По этой причине продолжаются дебаты о том, какой симптом легче лечить — рефлюкс или дисфагию [27].

В литературе опубликовано несколько сообщений о РМХ у детей (табл. 1) [5–14]. Общее количество пациентов, которым выполнена РМХ, включая нашего больного, составляет 26 случаев. Средний возраст пациентов составил $(9,5 \pm 4,2)$ года, средний вес — $(27,7 \pm 17,1)$ кг, длительность операции — $(188,0 \pm 60,2)$ мин. Большинству пациентов была проведена сопутствующая антирефлюксная процедура по Дору. Во всех зарегистрированных случаях не представлены данные о конверсиях в лапароскопию или открытую операцию.

Роботизированные инструменты с 7 степенями свободы позволяют выполнять диссекцию по касательной, что снижает риск рассечения слизистой оболочки. Поэтому роботизированный подход признан современным и безопасным методом лечения взрослых пациентов [28]. Существует предположение, что риск повреждения слизистой связан с перпендикулярным воздействием стандартных режущих лапароскопических инструментов. Насколько нам известно, сообщалось только об одном случае перфорации пищевода (у взрослых) в роботизированной серии [4], в то время как частота перфорации слизистой варьирует от 1 до 15% в больших когортах пациентов, перенёвших стандартную лапароскопическую миотомию Хеллера [12].

Особенностью нашего случая является то, что РМХ была выполнена на роботической платформе нового поколения

Таблица 1. Данные пациентов из опубликованных серий роботизированного лечения ахалазии пищевода

Table 1. Patient data from the published series of robot-assisted treatment of esophageal achalasia

Публикация	n	Средний возраст пациентов, г.	Масса тела пациентов, кг	Длительность операции, мин
R. Chaer и соавт.	2	15,0±1,4	—	117,5±17,7
A. Lorincz и соавт.	1	14,0	—	150,0
C. Knight и соавт.	1	4,3	13	195,0
M. Klein и соавт.	1	—	—	179,0
A. Najmaldin и соавт.	1	10,2	—	205,0
J. Meehan и соавт.	2	8,4±2,1	27,9±3,0	157,0±14,4
J. Camps	4	6,2±2,9	—	—
Q. Ballouhey и соавт.	2	12,5±2,1	—	260,0±56,6
T. Altokhais и соавт.	6	7,1±4,4	20,0±16,1	204,0±23,1
P. Ferrero и соавт.	5	12,0±4,2	43,1±19,1	197,2±74,6
Ю.А. Козлов и соавт.	1	10,0	30	125
Средние значения	—	9,5±4,2	27,7±17,1	188,0±60,2
Всего	26	—	—	—

Versius. Обладая несколькими уникальными и расширенными функциями, система Versius обеспечивает ряд преимуществ перед другими роботическими платформами. Инструментальные и визуализационные блоки имеют собственную колёсную тележку, образуя компактный и подвижный прикроватный блок, что обеспечивает максимальную гибкость использования в операционных. Versius предлагает конструкцию с открытой консолью, которая позволяет хирургам работать стоя и сидя, легко общаться с бригадой. Конструкция также облегчает преподавание и обучение. Хирург управляет роботизированными манипуляторами системы с помощью контроллеров в виде джойстиков, расположенных на консоли. При этом он находится в 3D-очках высокого разрешения и смотрит в монитор.

Таким образом, с внедрением роботизированных хирургических платформ был сделан значительный шаг в эволюции хирургии пищевода. Робот обеспечивает многократно увеличенное трёхмерное изображение, большую манёвренность при работе инструментами, высокую точность и масштабирование движений, облегчая точное интракорпоральное наложение швов и рассечение тканей, что может сократить частоту осложнений операций на пищеводе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

РМХ при ахалазии пищевода у детей безопасна, эффективна и является хорошей альтернативой открытому и лапароскопическому доступу. Даже в отсутствии статистических данных у детей, можно предполагать, что использование робота во время РМХ снижает риск перфорации слизистой оболочки пищевода благодаря улучшенной трёхмерной визуализации и большей степени свободы инструментов. Ожидается, что более крупные серии подтвердят эффективность и безопасность робота у детей с ахалазией пищевода.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Источник финансирования. Статья публикуется без спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии явных и потенциальных конфликтов интересов.

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE. Наибольший вклад распределён следующим образом: Ю.А. Козлов — анализ литературных источников, написание и редактирование статьи; С.С. Полоян, А.С. Страшинский, Э.В. Сапужин, М.В. Макарошкина, А.А. Марчук, А.А. Быргазов, С.А. Муравьев, А.Н. Наркевич — сбор и анализ литературных источников; А.П. Рожанский — редактирование статьи.

Согласие на публикацию. Авторы получили письменное согласие законного представителя пациента на публикацию медицинских данных в обезличенной форме в журнале «Детская хирургия». Дата подписания 11.01.2023.

ADDITIONAL INFORMATION

Funding source. The publication had no sponsorship.

Competing interests. The authors claim that there is no conflict of interest in the article.

Authors' contribution. All authors confirm compliance of their authorship with the international ICMJE criteria. The largest contribution is distributed as follows: Yu.A. Kozlov — analysis of literary sources, manuscript writing and editing; S.S. Poloyan, E.V. Sapukhin, A.S. Strashinsky, M.V. Makarochkina, A.A. Marchuk, A.A. Byrgazov, S.A. Muravyov, A.N. Narkevich — collection and analysis of literary sources; A.P. Rozhansky — collection and analysis of literary sources, manuscript editing.

Consent for publication. Written consent was obtained from the representative of the patient for publication of relevant medical information and all of accompanying images in anonymized form within the manuscript in the journal Russian Journal of Pediatric Surgery. Date of signing 11.01.2023.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Nicolas A., Aumar M., Tran L.C., et al. Comparison of endoscopic dilatation and heller's myotomy for treating esophageal achalasia in children: A multicenter study // *J Pediatr*. 2022. N 251. P. 134–139. e2. doi: 10.1016/j.jpeds.2022.07.010
2. Campos G.M., Vittinghoff E., Rabl C., et al. Endoscopic and surgical treatments for achalasia: A systematic review and meta-analysis // *Ann Surg*. 2009. Vol. 249, N 1. P. 45–57. doi: 10.1097/SLA.0b013e31818e43ab
3. Esposito C., Mendoza-Sagaon M., Roblot-Maigret B., et al. Complications of laparoscopic treatment of esophageal achalasia in children // *J Pediatr Surg*. 2000. Vol. 35, N 5. P. 680–683. doi: 10.1053/jpsu.2000.5942
4. Zhang L.P., Chang R., Matthews B.D., et al. Incidence, mechanisms, and outcomes of esophageal and gastric perforation during laparoscopic foregut surgery: A retrospective review of 1,223 foregut cases // *Surg Endosc*. 2014. Vol. 28, N 1. P. 85–90. doi: 10.1007/s00464-013-3167-1
5. Chaer R.A., Jacobsen G., Elli F., et al. Robotic-assisted laparoscopic pediatric Heller's cardiomyotomy: Initial case report // *J Laparoendosc Adv Surg Tech A*. 2004. Vol. 14, N 5. P. 270–273. doi: 10.1089/lap.2004.14.270
6. Lorincz A., Langenburg S., Klein M.D. Robotics and the pediatric surgeon // *Curr Opin Pediatr*. 2003. Vol. 15, N 3. P. 262–266. doi: 10.1097/00008480-200306000-00006
7. Knight C.G., Lorincz A., Gidell K.M., et al. Computer-assisted robot-enhanced laparoscopic fundoplication in children // *J Pediatr Surg*. 2004. Vol. 39, N 6. P. 864–866; discussion 864–866. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2004.02.022
8. Klein M.D., Langenburg S.E., Kabeer M., et al. Pediatric robotic surgery: Lessons from a clinical experience // *J Laparoendosc Adv Surg Tech A*. 2007. Vol. 17, N 2. P. 265–271. doi: 10.1089/lap.2006.0034
9. Najmaldin A., Antao B. Early experience of tele-robotic surgery in children // *Int J Med Robot*. 2007. Vol. 3, N 3. P. 199–202. doi: 10.1002/rcs.150
10. Meehan J.J., Sandler A. Pediatric robotic surgery: A single-institutional review of the first 100 consecutive cases // *Surg Endosc*. 2008. Vol. 22, N 1. P. 177–182. EDN: JAOVRH doi: 10.1007/s00464-007-9418-2
11. Camps J.I. The use of robotics in pediatric surgery: My initial experience // *Pediatr Surg Int*. 2011. Vol. 27, N 9. P. 991–996. doi: 10.1007/s00383-011-2901-9
12. Ballouhey Q., Dib N., Binet A., et al. How robotic-assisted surgery can decrease the risk of mucosal tear during Heller myotomy procedure? // *J Robot Surg*. 2017. Vol. 11, N 2. P. 255–258. doi: 10.1007/s11701-016-0658-9
13. Altokhais T., Mandora H., Al-Qahtani A., Al-Bassam A. Robot-assisted Heller's myotomy for achalasia in children // *Comput Assist Surg (Abingdon)*. 2016. Vol. 21, N 1. P. 127–131. doi: 10.1080/24699322.2016.1217352
14. Ferrero P.A., Blanc T., Binet A., et al. The potential and the limitations of esophageal robotic surgery in children // *Eur J Pediatr Surg*. 2022. Vol. 32, N 2. P. 170–176. doi: 10.1055/s-0040-1721770
15. Eckardt V.F., Gockel I., Bernhard G. Pneumatic dilation for achalasia: Late results of a prospective follow up investigation // *Gut*. 2004. Vol. 53, N 5. P. 629–633. doi: 10.1136/gut.2003.029298
16. Franklin A.L., Petrosyan M., Kane T.D. Childhood achalasia: A comprehensive review of disease, diagnosis and therapeutic management // *World J Gastrointest Endosc*. 2014. Vol. 6, N 4. P. 105–111. doi: 10.4253/wjge.v6.i4.105
17. Sharp N.E., Peter S.D. Treatment of idiopathic achalasia in the pediatric population: A systematic review // *Eur J Pediatr Surg*. 2016. Vol. 26, N 2. P. 143–149. doi: 10.1055/s-0035-1544174
18. Pacht M.J., Rex D., Decoppi P., et al. Paediatric laparoscopic Heller's cardiomyotomy: A single centre series // *J Pediatr Surg*. 2014. Vol. 49, N 2. P. 289–292; discussion 292. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2013.11.042
19. Paidas C., Cowgill S.M., Boyle R., et al. Laparoscopic Heller myotomy with anterior fundoplication ameliorates symptoms of achalasia in pediatric patients // *J Am Coll Surg*. 2007. Vol. 204, N 5. P. 977–983; discussion 983–986. doi: 10.1016/j.jamcollsurg.2006.12.046
20. Hughes M.J., Chowdhry M.F., Walker W.S. Can thoracoscopic Heller's myotomy give equivalent results to the more usual laparoscopic Heller's myotomy in the treatment of achalasia? // *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2011. Vol. 13, N 1. P. 77–81. doi: 10.1510/icvts.2011.268169
21. Inoue H., Minami H., Kobayashi Y., et al. Peroral endoscopic myotomy (POEM) for esophageal achalasia // *Endoscopy*. 2010. Vol. 42, N 4. P. 265–271. doi: 10.1055/s-0029-1244080
22. Maselli R., Inoue H., Misawa M., et al. Peroral endoscopic myotomy (POEM) in a 3-year-old girl with severe growth retardation, achalasia, and Down syndrome // *Endoscopy*. 2012. Vol. 44, Suppl. 2 UCTN. P. E285–7. doi: 10.1055/s-0032-1309924
23. Galvani C., Gorodner M.V., Moser F., et al. Laparoscopic Heller myotomy for achalasia facilitated by robotic assistance // *Surg Endosc*. 2006. Vol. 20, N 7. P. 1105–1112. EDN: PSMQPU doi: 10.1007/s00464-005-0272-9
24. Caldaro T., Familiari P., Romeo E.F., et al. Treatment of esophageal achalasia in children: Today and tomorrow // *J Pediatr Surg*. 2015. Vol. 50, N 5. P. 726–730. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2015.02.047
25. Shaligram A., Unniravi J., Simorov A., et al. How does the robot affect outcomes? A retrospective review of open, laparoscopic, and robotic Heller myotomy for achalasia // *Surg Endosc*. 2012. Vol. 26, N 4. P. 1047–1050. EDN: DKKQSY doi: 10.1007/s00464-011-1994-5
26. Midya S., Ghosh D., Mahmalat M.W. Fundoplication in laparoscopic Heller's cardiomyotomy for achalasia // *Cochrane Database Syst Rev*. 2022. Vol. 12, N 12. P. CD013386. doi: 10.1002/14651858.CD013386.pub2
27. Pandian T.K., Naik N.D., Fahy A.S., et al. Laparoscopic esophagomyotomy for achalasia in children: A review // *World J Gastrointest Endosc*. 2016. Vol. 8, N 2. P. 56–66. doi: 10.4253/wjge.v8.i2.56
28. Afaneh C., Finnerty B., Abelson J.S., Zarnegar R. Robotic-assisted Heller myotomy: A modern technique and review of outcomes // *J Robot Surg*. 2015. Vol. 9, N 2. P. 101–108. doi: 10.1007/s11701-015-0506-3

REFERENCES

1. Nicolas A, Aumar M, Tran LC, et al. Comparison of endoscopic dilatation and heller's myotomy for treating esophageal achalasia in children: A multicenter study. *J Pediatr*. 2022;(251):134–139.e2. doi: 10.1016/j.jpeds.2022.07.010
2. Campos GM, Vittinghoff E, Rabl C, et al. Endoscopic and surgical treatments for achalasia: A systematic review and meta-analysis. *Ann Surg*. 2009;249(1):45–57. doi: 10.1097/SLA.0b013e31818e43ab
3. Esposito C, Mendoza-Sagaon M, Roblot-Maigret B, et al. Complications of laparoscopic treatment of esophageal achalasia in children. *J Pediatr Surg*. 2000;35(5):680–683. doi: 10.1053/jpsu.2000.5942
4. Zhang LP, Chang R, Matthews BD, et al. Incidence, mechanisms, and outcomes of esophageal and gastric perforation during laparoscopic foregut surgery: A retrospective review of 1,223 foregut cases. *Surg Endosc*. 2014;28(1):85–90. doi: 10.1007/s00464-013-3167-1
5. Chaer RA, Jacobsen G, Elli F, et al. Robotic-assisted laparoscopic pediatric Heller's cardiomyotomy: Initial case report. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A*. 2004;14(5):270–273. doi: 10.1089/lap.2004.14.270
6. Lorincz A, Langenburg S, Klein MD. Robotics and the pediatric surgeon. *Curr Opin Pediatr*. 2003;15(3):262–266. doi: 10.1097/00008480-200306000-00006
7. Knight CG, Lorincz A, Gidell KM, et al. Computer-assisted robot-enhanced laparoscopic fundoplication in children. *J Pediatr Surg*. 2004;39(6):864–866; discussion 864–866. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2004.02.022
8. Klein MD, Langenburg SE, Kabeer M, et al. Pediatric robotic surgery: Lessons from a clinical experience. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A*. 2007;17(2):265–271. doi: 10.1089/lap.2006.0034
9. Najmaldin A, Antao B. Early experience of tele-robotic surgery in children. *Int J Med Robot*. 2007;3(3):199–202. doi: 10.1002/rcs.150
10. Meehan JJ, Sandler A. Pediatric robotic surgery: A single-institutional review of the first 100 consecutive cases. *Surg Endosc*. 2008;22(1):177–182. EDN: JAOVRH doi: 10.1007/s00464-007-9418-2
11. Camps JI. The use of robotics in pediatric surgery: My initial experience. *Pediatr Surg Int*. 2011;27(9):991–996. doi: 10.1007/s00383-011-2901-9
12. Ballouhey Q, Dib N, Binet A, et al. How robotic-assisted surgery can decrease the risk of mucosal tear during Heller myotomy procedure? *J Robot Surg*. 2017;11(2):255–258. doi: 10.1007/s11701-016-0658-9
13. Altokhais T, Mandora H, Al-Qahtani A, Al-Bassam A. Robot-assisted Heller's myotomy for achalasia in children. *Comput Assist Surg (Abingdon)*. 2016;21(1):127–131. doi: 10.1080/24699322.2016.1217352
14. Ferrero PA, Blanc T, Binet A, et al. The potential and the limitations of esophageal robotic surgery in children. *Eur J Pediatr Surg*. 2022;32(2):170–176. doi: 10.1055/s-0040-1721770
15. Eckardt VF, Gockel I, Bernhard G. Pneumatic dilation for achalasia: Late results of a prospective follow up investigation. *Gut*. 2004;53(5):629–633. doi: 10.1136/gut.2003.029298
16. Franklin AL, Petrosyan M, Kane TD. Childhood achalasia: A comprehensive review of disease, diagnosis and therapeutic management. *World J Gastrointest Endosc*. 2014;6(4):105–111. doi: 10.4253/wjge.v6.i4.105
17. Sharp NE, Peter SD. Treatment of idiopathic achalasia in the pediatric population: A systematic review. *Eur J Pediatr Surg*. 2016;26(2):143–149. doi: 10.1055/s-0035-1544174
18. Pahl MJ, Rex D, Decoppi P, et al. Paediatric laparoscopic Heller's cardiomyotomy: A single centre series. *J Pediatr Surg*. 2014;49(2):289–292; discussion 292. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2013.11.042
19. Paidas C, Cowgill SM, Boyle R, et al. Laparoscopic Heller myotomy with anterior fundoplication ameliorates symptoms of achalasia in pediatric patients. *J Am Coll Surg*. 2007;204(5):977–983; discussion 983–986. doi: 10.1016/j.jamcollsurg.2006.12.046
20. Hughes MJ, Chowdhry MF, Walker WS. Can thoracoscopic Heller's myotomy give equivalent results to the more usual laparoscopic Heller's myotomy in the treatment of achalasia? *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2011;13(1):77–81. doi: 10.1510/icvts.2011.268169
21. Inoue H, Minami H, Kobayashi Y, et al. Peroral endoscopic myotomy (POEM) for esophageal achalasia. *Endoscopy*. 2010;42(4):265–271. doi: 10.1055/s-0029-1244080
22. Maselli R, Inoue H, Misawa M, et al. Peroral endoscopic myotomy (POEM) in a 3-year-old girl with severe growth retardation, achalasia, and Down syndrome. *Endoscopy*. 2012;44 (Suppl. 2 UCTN):E285-7. doi: 10.1055/s-0032-1309924
23. Galvani C, Gorodner MV, Moser F, et al. Laparoscopic Heller myotomy for achalasia facilitated by robotic assistance. *Surg Endosc*. 2006;20(7):1105–1112. EDN: PSMQPU doi: 10.1007/s00464-005-0272-9
24. Caldaro T, Familiari P, Romeo EF, et al. Treatment of esophageal achalasia in children: Today and tomorrow. *J Pediatr Surg*. 2015;50(5):726–730. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2015.02.047
25. Shaligram A, Unniravi J, Simorov A, et al. How does the robot affect outcomes? A retrospective review of open, laparoscopic, and robotic Heller myotomy for achalasia. *Surg Endosc*. 2012;26(4):1047–1050. EDN: DKKQSY doi: 10.1007/s00464-011-1994-5
26. Midya S, Ghosh D, Mahmalat MW. Fundoplication in laparoscopic Heller's cardiomyotomy for achalasia. *Cochrane Database Syst Rev*. 2022;12(12):CD013386. doi: 10.1002/14651858.CD013386.pub2
27. Pandian TK, Naik ND, Fahy AS, et al. Laparoscopic esophagomyotomy for achalasia in children: A review. *World J Gastrointest Endosc*. 2016;8(2):56–66. doi: 10.4253/wjge.v8.i2.56
28. Afaneh C, Finnerty B, Abelson JS, Zarnegar R. Robotic-assisted Heller myotomy: A modern technique and review of outcomes. *J Robot Surg*. 2015;9(2):101–108. doi: 10.1007/s11701-015-0506-3

ОБ АВТОРАХ

* Козлов Юрий Андреевич, д-р мед. наук, профессор, чл.-кор. РАН;
адрес: Россия, 664022, Иркутск, б-р Гагарина, д. 4;
ORCID: 0000-0003-2313-897X;
eLibrary SPIN: 3682-0832;
e-mail: yuriherz@hotmail.com

AUTHORS' INFO

* Yury A. Kozlov, MD, Cand. Sci. (Medicine), Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences;
address: 4 Gagarina boulevard, 664022 Irkutsk, Russia;
ORCID: 0000-0003-2313-897X;
eLibrary SPIN: 3682-0832;
e-mail: yuriherz@hotmail.com

Полоян Симон Степанович;

ORCID: 0000-0001-7042-6646;

e-mail: simonpoloyan@ya.ru

Сапухин Эдуард Владимирович, канд. мед. наук;

ORCID: 0000-0001-5470-7384;

e-mail: sapukhin@yandex.ru

Страшинский Алексей Сергеевич;

ORCID: 0000-0002-1911-4468;

e-mail: strashinskias@gmail.com

Макарошкина Марина Валериевна;

eLibrary SPIN: 4600-4071;

e-mail: m.makarochkina@gmail.com

Марчук Андрей Алексеевич;

ORCID: 0000-0001-9767-0454;

e-mail: maa-ped20@yandex.ru

Рожанский Александр Павлович;

ORCID: 0000-0001-7922-7600;

eLibrary SPIN: 4012-7120;

e-mail: alexanderozhanski@mail.ru

Быргазов Антон Алексеевич;

ORCID: 0000-0002-9195-5480;

e-mail: byrgazov.ant-doc38@yandex.ru

Муравьев Сергей Александрович;

ORCID: 0000-0003-4731-7526;

e-mail: muravev1999sergey@mail.ru

Наркевич Артем Николаевич;

ORCID: 0000-0002-1489-5058;

e-mail: narkevichart@gmail.com

Simon S. Poloyan, MD;

ORCID: 0000-0001-7042-6646;

e-mail: simonpoloyan@ya.ru

Eduard V. Sapukhin, MD, Cand. Sci. (Medicine);

ORCID: 0000-0001-5470-7384;

e-mail: sapukhin@yandex.ru

Alexey S. Strashinsky, MD;

ORCID: 0000-0002-1911-4468;

e-mail: strashinskias@gmail.com

Marina V. Makarochkina, MD;

eLibrary SPIN: 4600-4071;

e-mail: m.makarochkina@gmail.com

Andrey A. Marchuk, MD;

ORCID: 0000-0001-9767-0454;

e-mail: maa-ped20@yandex.ru

Alexander P. Rozhanski, MD;

ORCID: 0000-0001-7922-7600;

eLibrary SPIN: 4012-7120;

e-mail: alexanderozhanski@mail.ru

Anton A. Byrgazov, MD;

ORCID: 0000-0002-9195-5480;

e-mail: byrgazov.ant-doc38@yandex.ru

Sergey A. Muravev, MD;

ORCID: 0000-0003-4731-7526;

e-mail: muravev1999sergey@mail.ru

Artem N. Narkevich, MD;

ORCID: 0000-0002-1489-5058;

e-mail: narkevichart@gmail.com

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/ps702>

Мезопортальное шунтирование у ребёнка 7-ми мес. с предпечёночной портальной гипертензией

А.С. Задвернюк^{1, 2}, Н.В. Куликова², В.И. Нурик^{1, 2}, А.Ю. Разумовский^{1, 2}, Н.А. Князева¹¹ Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова, Москва, Россия;² Детская городская клиническая больница имени Н.Ф. Филатова, Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Предпечёночная форма портальной гипертензии — самая частая причина портальной гипертензии у детей. Оптимальным методом лечения данной патологии у детей в настоящее время является мезопортальное шунтирование. В мировой литературе описано мало наблюдений за детьми первого года жизни, которым была бы проведена данная операция.

Описание клинического случая. В статье приведено описание лечения пациентки с предпечёночной формой портальной гипертензии, которой было выполнено мезопортальное шунтирование в возрасте 7-ми мес. За месяц до проведения оперативного лечения у ребёнка зафиксирован эпизод желудочно-кишечного кровотечения, который удалось купировать консервативно. Дообследование перед операцией включало ультразвуковое исследование печени и селезёнки, трансартериальную мезентерикоportoграфию, эзофагогастродуоденоскопию. Ребёнок был выписан домой на 6-е послеоперационные сут, в течение 3 мес. после операции получал антиагрегантную терапию и ингибиторы протонной помпы. При контрольном осмотре спустя 3 мес. после операции по результатам ультразвукового исследования наблюдался удовлетворительный кровоток по шунту. Также отмечалась положительная динамика относительно прибавок массы тела пациента.

Заключение. Проведение мезопортального шунтирования технически возможно у детей первого года жизни. По нашему мнению, возраст пациента коррелирует с вероятностью создания функционирующего мезопортального шунта: чем младше пациент, тем больше вероятность благоприятного исхода операции.

Ключевые слова: портальная гипертензия; мезопортальное шунтирование; дети первого года жизни.

Как цитировать:

Задвернюк А.С., Куликова Н.В., Нурик В.И., Разумовский А.Ю., Князева Н.А. Мезопортальное шунтирование у ребёнка 7-ми мес. с предпечёночной портальной гипертензией // Детская хирургия. 2024. Т. 28. № 2. С. 224–230. DOI: <https://doi.org/10.17816/ps702>

DOI: <https://doi.org/10.17816/ps702>

Meso-Rex bypass in a 7-month-old child with prehepatic portal hypertension

Aleksandr S. Zadvernyuk^{1,2}, Nadezhda V. Kulikova², Vera I. Nurik^{1,2}, Aleksander Yu. Razumovskiy^{1,2}, Natalia A. Knyazeva¹

¹ The Russian National Research Medical University named after N.I. Pirogov, Moscow, Russia;

² Filatov N.F. Children's City Hospital, Moscow, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: The prehepatic form of portal hypertension is the most common cause of portal hypertension in children. Nowadays mesoportal shunting is the most optimal therapy for such pathology. In the world literature, there are only few publications describing application of such surgical technique in children of the first year of life.

CLINICAL CASE DESCRIPTION: The article describes a case of a 7-month old child with prehepatic portal hypertension who had mesoportal bypass surgery. A month before the surgery, the child had an episode of gastrointestinal bleeding which was treated conservatively. Additional diagnostics before surgery included liver and spleen ultrasound examination, transarterial mesenteric portography, and esophagogastroduodenoscopy. The child was discharged home on the 6th postoperative day. For three months after the surgery, he received antiplatelet therapy and proton pump inhibitors. In 3-months, follow-up ultrasound showed satisfactory blood flow through the shunt. Patient's weight gain had also a positive trend.

CONCLUSION: Mesoportal bypass surgery is technically achievable in children of the first year of life. In our opinion, patient's age has a positive impact on creating a functioning mesoportal shunt: the younger the patient, the greater the likelihood of favorable outcome.

Keywords: portal hypertension; mesoportal bypass; infant.

To cite this article:

Zadvernyuk AS, Kulikova NV, Nurik VI, Razumovskiy AY, Knyazeva NA. Meso-Rex bypass in a 7-month-old child with prehepatic portal hypertension. *Russian Journal of Pediatric Surgery*. 2024;28(2):224–230. DOI: <https://doi.org/10.17816/ps702>

ОБОСНОВАНИЕ

Портальная гипертензия представляет собой клинический патологический синдром, при котором отмечается постоянное повышение давления в системе воротной вены [1]. Предпечёночная портальная гипертензия (ППГ) — самая частая разновидность портальной гипертензии у детей [2]. Одной из наиболее важных причин ППГ у детей является внепечёночный тромбоз воротной вены. Частота встречаемости тромбоза воротной вены составляет 1 случай на 100 000 живорождённых. Причины, приводящие к тромбозу воротной вены, до конца не ясны. На настоящий момент до 35% случаев носят идиопатический характер [3]. Однако выявлены предрасполагающие факторы, которые можно разделить на три группы [4].

Первую группу составляют такие местные факторы, как катетеризация пупочной вены у новорождённого, омфалит, интраабдоминальные оперативные вмешательства. Ко второй группе факторов относят тромбофилию, сепсис и обезвоживание. Третью группу факторов составляют врождённые аномалии кровоснабжения печени (стеноз, атрезия или агенезия воротной вены) [5, 6, 7, 8].

Наиболее серьёзными осложнениями портальной гипертензии являются кровотечение из варикозно-расширенных вен пищевода, асцит и гепатопульмональный синдром [1].

Тактика лечения детей с портальной гипертензией претерпела изменения в последнее время в связи с повышением эффективности эндоскопического контроля варикозного расширения вен пищевода и более широкого применения трансплантации печени. Однако для пациентов с ППГ основным методом лечения по-прежнему остаются различные варианты порто-системного шунтирования.

Портокавальный шунт, проксимальный спленоренальный шунт и мезокавальный шунт, создающие прямую связь между портальным и системным кровотоком, широко использовались для лечения портальной гипертензии на протяжении многих лет [9]. Однако стоит учитывать, что у детей большая часть жизни приходится на послеоперационный период, поэтому при выборе тактики лечения необходимо учитывать не только хирургическую эффективность метода, но и вероятность развития таких отдалённых послеоперационных осложнений, как печёночная энцефалопатия.

В 1992 г. впервые было выполнено мезопортальное шунтирование (МПШ), заключающееся в создании сообщения между верхней брыжеечной веной и левой ветвью внутрипечёночной части воротной вены в *Rex recessus* — остатке эмбриональной пупочной вены, расположенном между III и IV сегментами печени у основания её круглой связки. Данная процедура более всего соответствует физиологическим потребностям ребёнка, снижает портальное давление и обеспечивает приток крови к печени, снижая вероятность развития печёночной энцефалопатии [10]. По этим причинам на данный момент МПШ является «золотым стандартом» для лечения детей с ППГ [11].

Что касается результатов операции у детей в отдалённом периоде, в метаанализе, проведённом в 2021 г. М. Yamoto и соавт. на основе результатов применения методики в клиниках Великобритании, Китая, Франции, Германии, Финляндии и США, сообщается о 24,2% послеоперационных осложнений, при этом необратимая дисфункция шунта, требующая повторной операции, возникла в 10–20% случаев [12]. Основные причины, приводящие к дисфункции шунта — его тромбоз и стеноз. Поэтому для повышения вероятности успеха процедуры необходимо уделять внимание выбору трансплантата, технике сосудистого анастомоза и антикоагулянтной терапии в послеоперационном периоде [13].

Долгое время классической стратегией лечения детей с ППГ являлась консервативная терапия. Однако данные, приведённые в отчёте итальянских учёных из Baveno свидетельствуют, что несмотря на относительно низкий риск развития кровотечения, пациенты, находящиеся на консервативной терапии, больше подвержены инфицированию вирусом гепатита В и С (в связи с повторными гемотранфузиями), развитию печёночной дисфункции, гиперспленизма и портальной билиопатии с прогрессирующей задержкой роста в пубертатном периоде (последнее отмечалось в 50% случаев!) [14]. Таким образом, консервативная терапия приводит к значимому снижению качества жизни пациентов в отдалённом периоде [14, 15].

После МПШ, напротив, отмечается коррекция вторичных нарушений со стороны коагуляционного звена гемостаза, улучшение нейро-когнитивных способностей, увеличение прибавок показателей роста и индекса массы тела, даже если до операции у ребёнка уже отмечалась задержка развития [16]. Кроме того, в литературе приводятся отдельные клинические примеры, в которых данная операция позволила устранить гепатопульмональный синдром и аденоматозную трансформацию печени [17–21].

При раннем проведении операции можно достигнуть таких же (или даже лучших) показателей выживаемости, как и при консервативной терапии, снизив при этом количество осложнений, что благоприятно скажется на последующем качестве жизни ребёнка. Таким образом, тенденцией последних лет является проведение МПШ в кратчайшие сроки с момента постановки диагноза [22].

Данная операция не имеет возрастных ограничений, однако, с анатомической точки зрения, лучше проводить её у пациентов массой 10 кг и более, так как у этой группы оперируемых верхняя брыжеечная вена и внутренняя яремная вена достигают оптимального диаметра. Нижний предел допустимой массы пациента определить трудно, что, возможно, связано с небольшим количеством наблюдений, при которых диагноз был поставлен в столь раннем возрасте [9]. Однако в работе J. de Ville de Goyet и соавт. в группу анализируемых пациентов был включён ребёнок, которому МПШ было проведено в возрасте 6 мес., масса ребёнка на момент операции составляла 5,9 кг [23]. Помимо портальной гипертензии у данного пациента также

были диагностированы гипоплазия правой почки и тетрада Фалло. Несмотря на сопутствующие пороки развития и тяжёлое состояние ребёнка до операции (варикозное расширение вен пищевода II–III степени, гипертензивная гастропатия), с помощью МПШ удалось добиться благоприятного исхода. Давление в портальной системе было снижено с 14 до 9 мм рт. ст.

Далее мы хотим представить историю пациента, проходившего лечение портальной гипертензии в торакальном отделении нашей клиники, которому также было выполнено МПШ в младенческом возрасте — 7 мес.

ОПИСАНИЕ КЛИНИЧЕСКОГО СЛУЧАЯ

В отделение торакальной хирургии Детской городской клинической больницы имени Н.Ф. Филатова поступила девочка 7 мес. с направляющим диагнозом «внепечёночная портальная гипертензия». Ребёнок родился на 27 нед. гестации. Масса при рождении составляла 950 г, оценка по шкале Апгар 3/6 баллов. Девочку выхаживали в перинатальном центре по месту жительства. Из анамнеза известно, что в ходе лечебных мероприятий ребёнку был установлен пупочный катетер.

За месяц до текущей госпитализации у ребёнка зафиксирован эпизод желудочно-кишечного кровотечения, который удалось купировать консервативно.

Результаты физикального, лабораторного и инструментального исследования

На момент поступления масса ребёнка составляла 4750 г.

По результатам ультразвукового исследования выявлена кавернома диаметром 2,5–3,0 мм в проекции воротной вены (воротная вена достоверно не определялась, размеры печени в пределах нормы). Так же выявлена спленомегалия. Диаметр селезёночной вены составлял 4 мм, кровоток в правильном направлении, скорость кровотока 18 см/с. Оценка размеров и показателей кровотока верхней брыжеечной вены была затруднена из-за выраженного беспокойства ребёнка. На эзофагогастродуоденоскопии выявлено варикозное расширение вен пищевода III степени, варикозное расширение вен желудка и гастрит с единичными геморрагическими эрозиями.

При проведении трансартериальной мезентерикопортографии также выявлены ангиографические признаки портальной гипертензии: кавернозная трансформация воротной вены, интенсивный сброс крови в расширенные вены пищевода и желудка (рис. 1).

Лечение

После обследования ребёнку проведено мезентерикопортальное шунтирование (рис. 2). В качестве доступа была выбрана верхняя срединная лапаротомия. Далее по ходу круглой связки печени была выделена и вскрыта левая ветвь воротной вены, выделены верхняя брыжеечная и селезёночная вены. В качестве шунта была использована



Рис. 1. Предоперационная трансартериальная мезентерикопортография.

Fig. 1. Preoperative transarterial mesentericoportography.

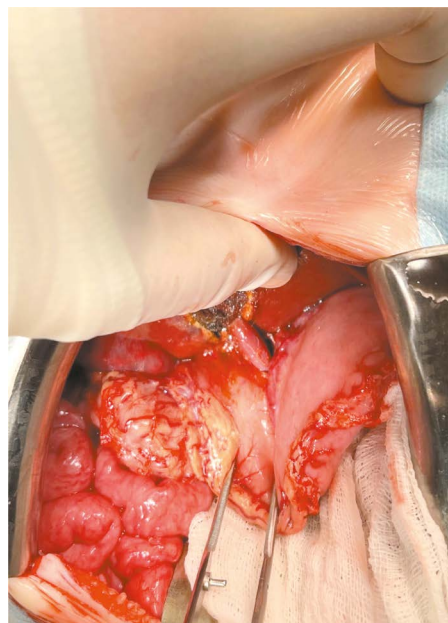


Рис. 2. Интраоперационная картина.

Fig. 2. Intraoperative picture.

левая внутренняя яремная вена. Диаметр анастомозов между шунтом, верхней брыжеечной и левой воротной веной составлял 7–8 мм. После интраоперационной проверки кровотока раны были ушиты наглухо. В послеоперационном периоде на протяжении 3 мес. ребёнок получал антиагрегантную терапию (аспирин в дозе 15 мг в сут) и ингибиторы протонной помпы в стандартной возрастной дозировке.

Исход и результаты последующего наблюдения

Через сутки после оперативного вмешательства проведено контрольное ультразвуковое исследование: шунт функционирует, кровоток в правильном направлении скоростью до 100 см/с (в зоне анастомоза шунта с левой ветвью воротной вены — до 150 см/с). На следующие сутки скорость кровотока снизилась до 47 и 98 см/с соответственно, размеры селезёнки уменьшились до 72×27 мм.

Через 6 сут после шунтирования скорость кровотока в шунте достигала 95 см/с (в зоне анастомоза с левой ветвью воротной вены — 110 см/с).

На 6-е сут ребёнок был выписан домой под наблюдение педиатра и детского хирурга в амбулаторном порядке.

На контрольном ультразвуковом исследовании через 3 мес. после выписки кровотоки по шунту удовлетворительный, размеры селезёнки в пределах нормы. С момента операции ребёнок прибавил 1750 г (рис. 3).

ОБСУЖДЕНИЕ

В мировой литературе существует крайне мало публикаций, описывающих выполнение МПШ у детей первого года жизни. Однако с увеличением возраста ребёнка вероятность успешного проведения данной операции снижается в связи с сужением и облитерацией *Rex recessus* и, как следствие, с отсутствием технической возможности выполнения сосудистого анастомоза с внутripечёночной частью левой ветви воротной вены. Так, в исследовании А. Bertocchini и соавт., опубликованного в 2014 г., среди 89 детей, средний возраст которых на момент проведения исследования составлял 10 лет, *Rex recessus* удалось анатомически идентифицировать только у 37 (41,57%) пациентов [24]. Таким образом, ключевыми пунктами в успешном лечении предпечёночной формы портальной гипертензии являются раннее установление диагноза и проведение МПШ в кратчайшие сроки с целью устранения угрозы кровотечения из варикозно расширенных вен пищевода и обеспечения лучшего качества жизни пациентов в дальнейшем, учитывая все вышеописанные преимущества данного вида шунтирования. Стоит отметить, что в описанном нами клиническом наблюдении МПШ было проведено пациенту уже после манифестации клинических симптомов портальной гипертензии в виде кровотечения из варикозно расширенных вен пищевода. Это наталкивает нас на мысль

о необходимости оптимизации ранней диагностики ППГ, особенно у детей, имеющих факторы риска развития данного заболевания, и проведения оперативного лечения в плановом порядке до развития жизнеугрожающих состояний.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данный клинический случай подтверждает возможность применения МПШ даже у детей первого года жизни с массой тела до 10 кг, что связано с особенностями техники хирургического вмешательства и анатомического строения портальной системы. Мы считаем, что возраст пациента коррелирует с вероятностью создания функционирующего мезопортального шунта: чем младше пациент, тем больше вероятность благоприятного исхода операции.

Также данное наблюдение иллюстрирует, что жизнеугрожающие состояния в виде кровотечений из варикозно расширенных вен пищевода, могут наблюдаться у пациентов с портальной гипертензией в любом возрасте.

Раннее проведение МПШ у детей с внепечёночной формой портальной гипертензии позволяет ожидать положительной динамики их массо-ростовых показателей, когнитивных функций и, как следствие, качества жизни в отдалённом периоде.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Источник финансирования. Статья публикуется без спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии явных и потенциальных конфликтов интересов.

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE. Наибольший вклад распределён следующим образом: А.С. Задвернюк — сбор материала; Н.В. Куликова, В.И. Нурик — ведение пациента; А.Ю. Разумовский — проведение операции; Н.А. Князева — обработка материала, редактирование.

Согласие на публикацию. Авторы получили письменное согласие законного представителя пациента на публикацию медицинских данных в обезличенной форме в журнале «Детская хирургия». Дата подписания 20.12.2023.



Рис. 3. Внешний вид ребёнка через 3 мес. после операции.

Fig. 3. Child in 3 months after the surgery.

ADDITIONAL INFORMATION

Funding source. The publication had no sponsorship.

Competing interests. The authors claim that there is no conflict of interest in the article.

Authors' contribution. All authors confirm compliance of their authorship with the international ICMJE criteria. The largest contribution is distributed as follows: A.S. Zadvernyuk — collection of material; N.V. Kulikova, V.I. Nurik — case management; A.Yu. Razumovskiy — surgical treatment; N.A. Knyazeva — processing of the material, writing a text, editing.

Consent for publication. Written consent was obtained from the representative of the patient for publication of relevant medical information and all of accompanying images in anonymized form within the manuscript in the journal Russian Journal of Pediatric Surgery. Date of signing 20.12.2023.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- McKiernan P., Abdel-Hady M. Advances in the management of childhood portal hypertension // *Expert Rev Gastroenterol Hepatol*. 2015. Vol. 9, N 5. P. 575–583. doi: 10.1586/17474124.2015.993610
- Alberti D., Colusso M., Cheli M., et al. Results of a stepwise approach to extrahepatic portal vein obstruction in children // *J Pediatr Gastroenterol Nutr*. 2013. Vol. 57, N 5. P. 619–626. doi: 10.1097/MPG.0b013e31829fad46
- Maddrey W.C., Basu Mallik H.C., Iber F.L. Extrahepatic portal obstruction of the portal venous system // *Surg Gynaecol Obstetr*. 1968. Vol. 127, N 5. P. 989–998.
- Pietrobattista A., Luciani M., Abalde J.G., et al. Extrahepatic portal vein thrombosis in children and adolescents: Influence of genetic thrombophilic disorders // *World J Gastroenterol*. 2010. Vol. 16, N 48. P. 6123–6127. doi: 10.3748/wjg.v16.i48.6123
- Rosendaal F.R. Thrombosis in the young: Epidemiology and risk factors. A focus on venous thrombosis // *Thromb Haemost*. 1997. Vol. 78, N 1. P. 1–6. doi: 10.1055/s-0038-1657492
- Kim J.H., Lee Y.S., Kim S.H., et al. Does umbilical vein catheterization lead to portal venous thrombosis? Prospective US evaluation in 100 neonates // *Radiology*. 2001. Vol. 219, N 3. P. 645–650. doi: 10.1148/radiology.219.3.r01jn17645
- Boo N.Y., Wong N.C., Zulkifli S.S., Lye M.S. Risk factors associated with umbilical vascular catheter-associated thrombosis in newborn infants // *J Paediatr Child Health*. 1999. Vol. 35, N 5. P. 460–465. doi: 10.1046/j.1440-1754.1999.355392.x
- Giouleme O., Theocharidou E. Management of portal hypertension in children with portal vein thrombosis // *J Pediatric Gastroenterol Nutr*. 2013. Vol. 57, N 4. P. 419–425. doi: 10.1097/MPG.0b013e3182a1cd7f
- De Ville de Goyet J., D'Ambrosio G., Grimaldi C. Surgical management of portal hypertension in children // *Semin Pediatr Surg*. 2012. Vol. 21, N 3. P. 219–232. doi: 10.1053/j.sempedsurg.2012.05.005
- Facciuto M.E., Rodriguez-Davalos M.I., Singh M.K., et al. Recanalized umbilical vein conduit for meso-Rex bypass in extrahepatic portal vein obstruction // *Surgery*. 2009. Vol. 145, N 4. P. 406–410. doi: 10.1016/j.surg.2008.12.004
- Superina R., Shneider B., Emre S., et al. Surgical guidelines for the management of extra-hepatic portal vein obstruction // *Pediatr Transplant*. 2006. Vol. 10, N 8. P. 908–913. doi: 10.1111/j.1399-3046.2006.00598.x
- Yamoto M., Chusilp S., Alganabi M., Sayed B.A., Pierro A. MesoRex bypass versus portosystemic shunt for the management of extrahepatic portal vein obstruction in children: Systematic review and meta-analysis // *Pediatr Surg Int*. 2021. Vol. 37, N 12. P. 1699–1710. doi: 10.1007/s00383-021-04986-z
- Zhang J., Li L. Rex Shunt for Extra-Hepatic Portal Venous Obstruction in Children // *Children (Basel)*. 2022. Vol. 9, N 2. P. 297. doi: 10.3390/children9020297
- Bellomo-Brandao M.A., Morcillo A.M., Hessel G., et al. Growth assessment in children with extra-hepatic portal vein obstruction and portal hypertension // *Arq Gastroenterol*. 2003. Vol. 40, N 4. P. 247–250. doi: 10.1590/s0004-28032003000400009
- Van der Plas S.M., Hansen B.E., de Boer J.B., et al. Generic and disease specific health related quality of life in non-cirrhotic, cirrhotic and transplanted liver patients: A cross-sectional study // *BMC Gastroenterol*. 2003. N 3. P. 33. doi: 10.1186/1471-230X-3-33
- Goel A., Yadav S., Saraswat V., et al. Cerebral oedema in minimal hepatic encephalopathy due to extrahepatic portal venous obstruction // *Liver Int*. 2010. Vol. 30, N 8. P. 1143–1151. doi: 10.1111/j.1478-3231.2010.02289.x
- Lautz T.B., Sundaram S.S., Whittington P.F., et al. Growth impairment in children with extrahepatic portal vein obstruction is improved by mesenterico-left portal vein bypass // *J Pediatr Surg*. 2009. Vol. 44, N 11. P. 2067–2070. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2009.05.016
- Mack C.L., Zelko F.A., Lokar J., et al. Surgically restoring portal blood flow to the liver in children with primary extrahepatic portal vein thrombosis improves fluid neurocognitive ability // *Pediatrics*. 2006. Vol. 117, N 3. P. e405–412. doi: 10.1542/peds.2005-1177
- Stringer M.D. Improved body mass index after mesenterico-portal bypass // *Pediatr Surg Int*. 2007. Vol. 23, N 6. P. 539–543. doi: 10.1007/s00383-007-1920-z
- Chiu B., Superina R.A. Encephalopathy caused by a splenorenal shunt can be reversed by performing a mesenteric-to-left portal vein bypass // *J Pediatr Surg*. 2006. Vol. 41, N 6. P. 1177–1179. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2006.01.075
- Mack C.L., Superina R.A., Whittington P.F. Surgical restoration of portal flow corrects procoagulant and anticoagulant deficiencies associated with extrahepatic portal hypertension // *J Pediatr*. 2003. Vol. 142, N 2. P. 197–199. doi: 10.1067/mpd.2003.93
- Sharif K., McKiernan P., de Ville de Goyet J., et al. Mesoportal bypass for extrahepatic portal vein obstruction in children: Close to a cure for most! // *J Pediatr Surg*. 2010. Vol. 45, N 1. P. 272–276. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2009.08.019
- De Ville de Goyet J., Alberti D., Clapuyt P., et al. Direct bypassing of extrahepatic portal venous obstruction in children: A new technique for combined hepatic portal revascularization and treatment of extrahepatic portal hypertension // *J Pediatr Surg*. 1998. Vol. 33, N 4. P. 597–560. doi: 10.1016/s0022-3468(98)90324-4
- Bertocchini A., Falappa P., Grimaldi C., et al. Intrahepatic portal venous systems in children with noncirrhotic prehepatic portal hypertension: anatomy and clinical relevance // *J Pediatr Surg*. 2014. Vol. 49, N 8. P. 1268–1275. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2013.10.029

REFERENCES

- McKiernan P., Abdel-Hady M. Advances in the management of childhood portal hypertension. *Expert Rev Gastroenterol Hepatol*. 2015;9(5):575–583. doi: 10.1586/17474124.2015.993610
- Alberti D., Colusso M., Cheli M., et al. Results of a stepwise approach to extrahepatic portal vein obstruction in children. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*. 2013;57(5):619–626. doi: 10.1097/MPG.0b013e31829fad46
- Maddrey WC, Basu Mallik HC, Iber FL. Extrahepatic portal obstruction of the portal venous system. *Surg Gynaecol Obstetr*. 1968;127(5):989–998.
- Pietrobattista A, Luciani M, Abalde JG, et al. Extrahepatic portal vein thrombosis in children and adolescents: Influence of genetic thrombophilic disorders. *World J Gastroenterol*. 2010;16(48):6123–6127. doi: 10.3748/wjg.v16.i48.6123
- Rosendaal FR. Thrombosis in the young: Epidemiology and risk factors. A focus on venous thrombosis. *Thromb Haemost*. 1997;78(1):1–6. doi: 10.1055/s-0038-1657492
- Kim JH, Lee YS, Kim SH, et al. Does umbilical vein catheterization lead to portal venous thrombosis? *Prospective US evaluation in 100 neonates*. *Radiology*. 2001;219(3):645–650. doi: 10.1148/radiology.219.3.r01jn17645

7. Boo NY, Wong NC, Zulkifli SS, Lye MS. Risk factors associated with umbilical vascular catheter-associated thrombosis in newborn infants. *J Paediatr Child Health*. 1999;35(5):460–465. doi: 10.1046/j.1440-1754.1999.355392.x
8. Giouleme O, Theocharidou E. Management of portal hypertension in children with portal vein thrombosis. *J Pediatric Gastroenterol Nutr*. 2013;57(4):419–425. doi: 10.1097/MPG.0b013e3182a1cd7f
9. De Ville de Goyet J, D'Ambrosio G, Grimaldi C. Surgical management of portal hypertension in children. *Semin Pediatr Surg*. 2012;21(3):219–232. doi: 10.1053/j.sempedsurg.2012.05.005
10. Facciuto ME, Rodriguez-Davalos MI, Singh MK, et al. Recanalized umbilical vein conduit for meso-Rex bypass in extrahepatic portal vein obstruction. *Surgery*. 2009;145(4):406–410. doi: 10.1016/j.surg.2008.12.004
11. Superina R, Shneider B, Emre S, et al. Surgical guidelines for the management of extra-hepatic portal vein obstruction. *Pediatr Transplant*. 2006;10(8):908–913. doi: 10.1111/j.1399-3046.2006.00598.x
12. Yamoto M, Chusilp S, Alganabi M, Sayed BA, Pierro A. MesoRex bypass versus portosystemic shunt for the management of extrahepatic portal vein obstruction in children: Systematic review and meta-analysis. *Pediatr Surg Int*. 2021;37(12):1699–1710. doi: 10.1007/s00383-021-04986-z
13. Zhang J, Li L. Rex Shunt for Extra-Hepatic Portal Venous Obstruction in Children. *Children (Basel)*. 2022;9(2):297. doi: 10.3390/children9020297
14. Bellomo-Brandao MA, Morcillo AM, Hessel G, et al. Growth assessment in children with extra-hepatic portal vein obstruction and portal hypertension. *Arq Gastroenterol*. 2003;40(4):247–250. doi: 10.1590/s0004-28032003000400009
15. Van der Plas SM, Hansen BE, de Boer JB, et al. Generic and disease specific health related quality of life in non-cirrhotic, cirrhotic and transplanted liver patients: A cross-sectional study. *BMC Gastroenterol*. 2003;3(3):33. doi: 10.1186/1471-230X-3-33
16. Goel A, Yadav S, Saraswat V, et al. Cerebral oedema in minimal hepatic encephalopathy due to extrahepatic portal venous obstruction. *Liver Int*. 2010;30(8):1143–1151. doi: 10.1111/j.1478-3231.2010.02289.x
17. Lautz TB, Sundaram SS, Whittington PF, et al. Growth impairment in children with extrahepatic portal vein obstruction is improved by mesenterico-left portal vein bypass. *J Pediatr Surg*. 2009;44(11):2067–2070. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2009.05.016
18. Mack CL, Zelko FA, Lokar J, et al. Surgically restoring portal blood flow to the liver in children with primary extrahepatic portal vein thrombosis improves fluid neurocognitive ability. *Pediatrics*. 2006;117(3):e405–412. doi: 10.1542/peds.2005-1177
19. Stringer MD. Improved body mass index after mesenterico-portal bypass. *Pediatr Surg Int*. 2007;23(6):539–543. doi: 10.1007/s00383-007-1920-z
20. Chiu B, Superina RA. Encephalopathy caused by a splenorenal shunt can be reversed by performing a mesenteric-to-left portal vein bypass. *J Pediatr Surg*. 2006;41(6):1177–1179. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2006.01.075
21. Mack CL, Superina RA, Whittington PF. Surgical restoration of portal flow corrects procoagulant and anticoagulant deficiencies associated with extrahepatic portal hypertension. *J Pediatr*. 2003;142(2):197–199. doi: 10.1067/mpd.2003.93
22. Sharif K, McKiernan P, de Ville de Goyet J, et al. Mesoportal bypass for extrahepatic portal vein obstruction in children: Close to a cure for most! *J Pediatr Surg*. 2010;45(1):272–276. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2009.08.019
23. De Ville de Goyet J, Alberti D, Clapuyt P, et al. Direct bypassing of extrahepatic portal venous obstruction in children: A new technique for combined hepatic portal revascularization and treatment of extrahepatic portal hypertension. *J Pediatr Surg*. 1998;33(4):597–560. doi: 10.1016/s0022-3468(98)90324-4
24. Bertocchini A, Falappa P, Grimaldi C, et al. Intrahepatic portal venous systems in children with noncirrhotic prehepatic portal hypertension: anatomy and clinical relevance. *J Pediatr Surg*. 2014;49(8):1268–1275. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2013.10.029

ОБ АВТОРАХ

* **Задвернюк Александр Сергеевич**, канд. мед. наук;
адрес: Россия, 123001, Москва, ул. Садовая-Кудринская, д. 15;
ORCID: 0000-0003-4379-8051;
eLibrary SPIN: 8803-6595;
e-mail: drsasha81@yandex.ru

Куликова Надежда Владимировна, канд. мед. наук;
ORCID: 0000-0003-0834-2630;
eLibrary SPIN: 4687-1558;
e-mail: dr.kulikovan.v@gmail.com

Нурик Вера Исааковна, канд. мед. наук;
ORCID: 0009-0002-6025-1357;
eLibrary SPIN: 1431-2990;
e-mail: vera.nurik@mail.ru

Разумовский Александр Юрьевич, д-р мед. наук, профессор;
ORCID: 0000-0002-9497-4070;
eLibrary SPIN: 3600-4701;
e-mail: 1595105@mail.ru

Князева Наталия Александровна;
eLibrary SPIN: 8851-7247;
e-mail: nata-knya@yandex.ru

AUTHORS' INFO

* **Aleksandr S. Zadvernyuk**, MD, Cand. Sci. (Medicine);
address: 15 Sadovaya-Kudrinskaya street, 123001 Moscow, Russia;
ORCID: 0000-0003-4379-8051;
eLibrary SPIN: 8803-6595;
e-mail: drsasha81@yandex.ru

Nadezhda V. Kulikova, MD, Cand. Sci. (Medicine);
ORCID: 0000-0003-0834-2630;
eLibrary SPIN: 4687-1558;
e-mail: dr.kulikovan.v@gmail.com

Vera I. Nurik, MD, Cand. Sci. (Medicine);
ORCID: 0009-0002-6025-1357;
eLibrary SPIN: 1431-2990;
e-mail: vera.nurik@mail.ru

Aleksander Yu. Razumovskiy, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor;
ORCID: 0000-0002-9497-4070;
eLibrary SPIN: 3600-4701;
e-mail: 1595105@mail.ru

Natalia A. Knyazeva;
eLibrary SPIN: 8851-7247;
e-mail: nata-knya@yandex.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/ps738>

Невус Ядассона у новорожденного: хирургическое лечение или консервативная тактика?

И.А. Карякина¹, М.Г. Рехвиашвили^{2, 3}, И.Г. Базина¹, Н.Н. Богатырева¹, К.Д. Проплеткина⁴¹ Морозовская детская городская клиническая больница, Москва, Россия;² Московский областной центр охраны материнства и детства, Люберцы, Россия;³ Российский университет медицины, Москва, Россия;⁴ Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова, Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Невус Ядассона (себорейный невус, невус салных желёз) — гамартома, локализуемая преимущественно на коже волосистой части головы и лице. При рождении имеет вид малозаметной светло-желтой бляшки, значимо увеличивающейся в период полового созревания под действием андрогенной стимуляции. Гистологическая картина невуса Ядассона характеризуется изменениями эпидермиса в виде акантоза, папилломатоза, гиперкератоза, наличием большого количества гиперплазированных салных желёз. Плюрипотентные эпителиальные клетки, входящие в состав гамартоты, обуславливают возможность развития вторичных доброкачественных и злокачественных опухолей. Невус салных желёз может быть ассоциирован с синдромом Шиммельпеннинга–Фейерштейна–Мимса, для которого характерно поражение нервной системы и глаз. В настоящее время не разработано единых рекомендаций для ведения пациентов с невусом Ядассона.

Описание клинического случая. В данной статье мы представляем собственный опыт лечения двух детей с данной патологией. Первому мальчику в связи с большими размерами невуса и значимым косметическим дефектом было проведено радикальное хирургическое лечение в возрасте 16-ти сут. Удаление образования в неонатальном периоде позволило предотвратить развитие грубых послеоперационных рубцов и добиться хорошего косметического результата за счет высоких эластических и регенеративных свойств кожи младенца. У второго ребёнка невус Ядассона имел вид малозаметной светло-желтой бляшки, в связи с чем было принято решение о консервативной тактике ведения данного пациента. Оба ребёнка были консультированы неврологом и офтальмологом, по заключениям которых патологий со стороны нервной системы и органа зрения выявлено не было.

Заключение. Описанные клинические примеры демонстрируют необходимость индивидуального и мультидисциплинарного подхода в ведении пациентов с невусом Ядассона. Активная хирургическая тактика должна быть обусловлена наличием значимого косметического дефекта, а не профилактикой злокачественной трансформации, встречающейся менее чем в 1% случаев.

Ключевые слова: невус Ядассона; хирургия новорожденных; челюстно-лицевая хирургия.

Как цитировать:

Карякина И.А., Рехвиашвили М.Г., Базина И.Г., Богатырева Н.Н., Проплеткина К.Д. Невус Ядассона у новорожденного: хирургическое лечение или консервативная тактика? // Детская хирургия. 2024. Т. 28. № 2. С. 231–238. DOI: <https://doi.org/10.17816/ps738>

DOI: <https://doi.org/10.17816/ps738>

Jadassohn's nevus in a newborn: surgical treatment or conservative tactics

Irina A. Karyakina¹, Mikhail G. Rekhviashvili^{2, 3}, Irina G. Bazina¹, Nina N. Bogatyreva¹, Kristina D. Propletkina⁴

¹ Morozov Children's Municipal Clinical Hospital, Moscow, Russia;

² Moscow Regional Center for Maternal and Child Health, Lyubertsy, Russia;

³ Russian University of Medicine, Moscow, Russia;

⁴ The Russian National Research Medical University named after N.I. Pirogov, Moscow, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: Jadassohn's nevus (seborrheic nevus, nevus of the sebaceous glands) is a hamartoma which is mainly localized on the scalp and face skin. At birth, it looks like a barely noticeable light yellow plaque which significantly increases at the puberty period under androgenic stimulation. The histological picture of Jadassohn's nevus is characterized by changes in the epidermis in the form of acanthosis, papillomatosis, hyperkeratosis, and a large number of hyperplastic sebaceous glands. Pluripotent epithelial cells, which are part of the hamartoma, may provoke the growth of secondary benign and malignant tumors. This nevus may be manifested by Schimmelpenning–Feuerstein–Mims syndrome which can damage the nervous system and eyes. Currently, there are no uniform recommendations for the management of patients with Jadassohn's nevus.

CLINICAL CASE DESCRIPTION: In this article, we present our own experience of treating two children discussed pathology. The first boy had a radical surgery at the age of 16 days of life because of large dimensions of the nevus and a significant cosmetic defect. Removal of the formation at the neonatal period has prevented the development of rough postoperative scars and promoted good cosmetic outcome due to high elastic and regenerative properties of baby's skin. In the second child, Jadassohn's nevus looked like a barely noticeable light yellow plaque; therefore, conservative tactics was chosen for this patient. Both children were consulted by a neurologist and an ophthalmologist who found no pathology in the nervous system and in the vision organs.

CONCLUSION: The described two clinical examples demonstrate the need for individual and multidisciplinary approaches in the management of patients with Jadassohn's nevus. Active surgical tactics should be applied because of a significant cosmetic defect rather than for the prevention of malignant transformation which is met in less than 1% of cases.

Keywords: Jadassohn's nevus; neonatal surgery; maxillofacial surgery.

To cite this article:

Karyakina IA, Rekhviashvili MG, Bazina IG, Bogatyreva NN, Propletkina KD. Jadassohn's nevus in a newborn: surgical treatment or conservative tactics. *Russian Journal of Pediatric Surgery*. 2024;28(2):231–238. DOI: <https://doi.org/10.17816/ps738>

ОБОСНОВАНИЕ

Невус Ядассона (НЯ, себорейный невус, невус сальных желёз) — врожденная кожная гамартома, содержащая эпидермальный, фолликулярный, апокринный или сальный компонент и относящаяся к органоидным невусам [1, 2]. Встречается у 0,3% новорожденных, при этом заболеваемость среди мальчиков и девочек одинакова [3, 4]. Наиболее часто НЯ локализуется на коже волосистой части головы, лице, шее, однако в редких случаях, возможно поражение туловища или конечностей [5]. Характерно распределение вдоль линий Блашко, в результате чего невус принимает форму овала или запятой [1, 2, 6, 7].

Возникновение данной гамартоты связано с постзиготными соматическими мутациями в сигнальном пути последовательностей ДНК, ассоциированных с ретровирусом: были обнаружены специфические активирующие мутации в генах *HRAS* и *KRAS*, которые приводят к усилению клеточной пролиферации [1, 7–9].

У новорождённых НЯ имеет вид малозаметной лишённой волос гладкой бляшки от светло-жёлтого до оранжевого цвета. Гистологически отмечаются недостаточно развитые сальные железы, изменения эпидермиса в виде незначительного акантоза и умеренного папилломатоза [3, 8, 10]. В период полового созревания очаги увеличиваются. Невус приобретает бородавчатый или узловатый вид с бархатистой или бугристой поверхностью, цвет варьирует от темно-жёлтого до коричневого [1, 2, 10, 11]. Эта эволюция отражает гистологическую дифференцировку сальных желёз кожи, папилломатозную эпидермальную гиперплазию и созревание апокринных желёз на фоне гормональных изменений в организме ребёнка, прежде всего, андрогенной стимуляции [3, 7, 9].

В пределах НЯ возможно развитие многочисленных вторичных опухолей, частота возникновения которых увеличивается с возрастом пациента, особенно после полового созревания [7]. Большинство опухолей являются доброкачественными. Наиболее часто встречаются трихобластома и сосочковая сиригистаденома [6, 8, 12, 13]. В более редких случаях (менее 1% наблюдений) обнаруживается злокачественная трансформация невуса сальных желёз и развитие базальноклеточной карциномы [3]. Неопластический потенциал себорейного невуса обусловлен плюрипотентностью клеточных элементов, входящих в его состав и способных давать начало различным опухолевым структурам [8].

НЯ может быть ассоциирован с синдромом линейного сального невуса (синдром Шиммельпеннинга–Фейерштейна–Мимса), для которого характерны следующие внекожные проявления: поражение центральной нервной системы, включающее судороги и умственную отсталость; аномалии глаз и скелета [5, 8]. Развитие данного синдрома преимущественно связано с наличием гигантского невуса сальных желёз, в связи с чем необходимо комплексное обследование пациентов, а при наличии

поражения площадью более 1% поверхности тела — обязательная оценка неврологического статуса [6, 14].

В настоящее время нет единых рекомендаций для ведения пациентов с НЯ. Ряд отечественных и зарубежных авторов считают необходимым радикальное хирургическое удаление образования в период новорожденности, другие же придерживаются консервативной тактики. В данной статье мы хотим представить собственный опыт лечения двух пациентов с себорейным невусом.

ОПИСАНИЕ КЛИНИЧЕСКИХ СЛУЧАЕВ

Клинический случай № 1

Доношенный мальчик Х. поступил в стационар в возрасте 3-х сут. Родители предъявляли жалобы на объёмное образование в области головы и правой ушной раковины, которое было диагностировано на 18-ой нед. беременности по данным ультразвукового скрининга.

Результаты физикального, лабораторного и инструментального исследования

При осмотре на волосистой части головы в правой височно-теменной области определялось папилломатозное образование бледно-розового цвета неправильной формы размерами 11×5 см, возвышающееся над поверхностью кожи, переходящее на правую ушную раковину и заушную область (рис. 1). Ближе к сагитальному шву участок образования покрыт корками. При пальпации образование мягко-эластической консистенции с мелкобугристой поверхностью, безболезненное.

Лечение

После предоперационного общеклинического обследования образование было частично удалено с целью гистологической верификации (рис. 2, рис. 3). По данным микроскопического исследования полученного материала, определялись изменения эпидермиса в виде выраженного папилломатоза (рис. 4, а, b, e), акантоза и гиперкератоза с образованием кератиновых псевдокист (рис. 4, а, b, d). Отмечалось наличие фокусов изъязвления эпидермиса и реактивной воспалительной инфильтрации (рис. 4, d, e). Особо обращало на себя внимание наличие большого количества гиперплазированных сальных желёз, расположенных интрадермально и значительно превышающих по количеству волосные фолликулы (рис. 4, b–d, f). Таким образом, было сделано заключение о соответствии морфологической картины НЯ.

В связи с большими размерами невуса с целью исключения синдрома Шиммельпеннинга–Фейерштейна–Мимса ребёнок был консультирован неврологом и офтальмологом, проведена магнитно-резонансная томография головного мозга и мягких тканей с внутривенным контрастированием. По результатам обследования патологий со стороны нервной системы и глаз выявлено не было.

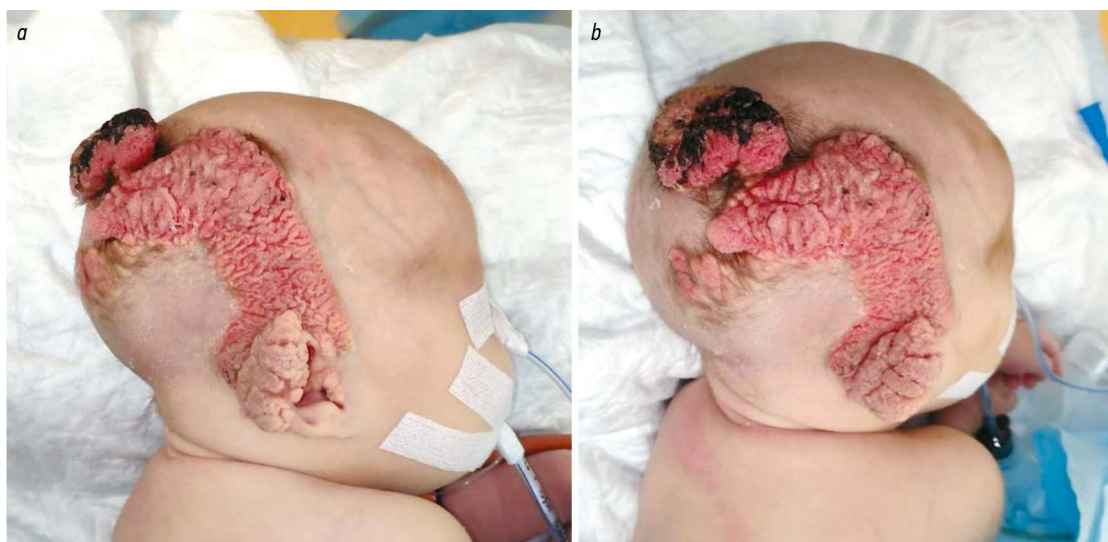


Рис. 1. Внешний вид пациента в возрасте 5 сут.: *a* — правая височная область; *b* — правая височно-теменная область.
Fig. 1. View of the patient at 5 day age: *a* — the right temporal region; *b* — the right temporoparietal region.



Рис. 2. Внешний вид пациента после биопсии: *a* — правая височная область; *b* — правая височно-теменная область, образование частично удалено.
Fig. 2. View of the patient after biopsy: *a* — the right temporal region; *b* — the right temporoparietal region, the formation has been partially removed.

В возрасте 16-ти сут проведено радикальное удаление НЯ и выполнена реконструктивная пластика кожи головы на лоскутах с широким основанием (рис. 5). Послеоперационный период протекал гладко. При микроскопическом исследовании удалённых фрагментов образования отмечались патологические изменения, идентичные обнаруженным в раннее взятых биоптатах.

Исход и результаты последующего наблюдения

При осмотре ребёнка в возрасте 2 лет в волосистой части головы справа визуализируется нормотрофический рубец лямбдовидной формы, каждая из сторон которого длиной 4,5–6 см (рис. 6). Рубец не гиперемизирован, над поверхностью кожи не выступает, лишён волосяного покрова, при привычном положении головы скрыт волосами. Конфигурация лица и шеи не изменена.

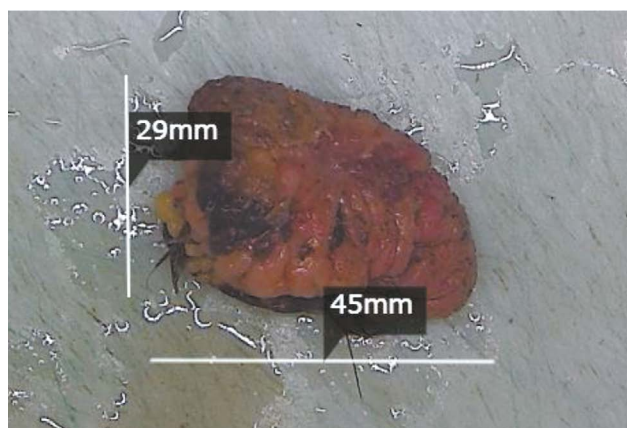


Рис. 3. Макроскопическая картина удалённого фрагмента образования.
Fig. 3. Macroscopic picture of the removed fragment of the formation.

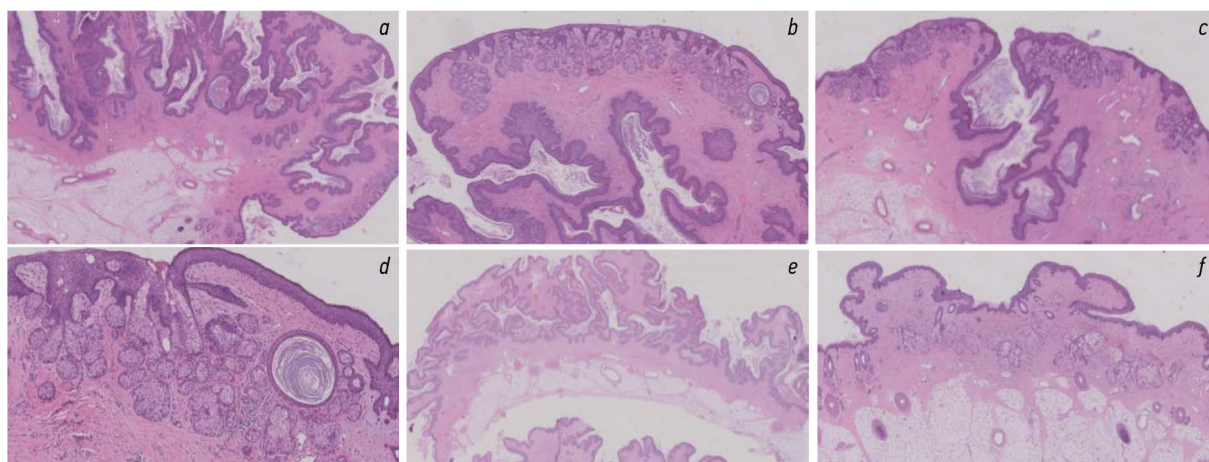


Рис. 4. Микроскопическая картина биоптата: *a, b, e* — эпидермис с выраженным папилломатозом; *a, b, d* — эпидермис с выраженным акантозом и гиперкератозом с образованием кератиновых псевдокист; *b, c* — фокусы изъязвления и реактивной воспалительной инфильтрации; *b-d, f* — большое количество интрадермальных гиперплазированных сальных желёз; окраска гематоксилин-эозином; увеличение $\times 10$ (*a-c, e, f*), $\times 40$ (*c*).

Fig. 4. Microscopic picture of the biopat: *a, b, e* — epidermis with pronounced papillomatosis; *a, b, d* — epidermis with pronounced acanthosis and hyperkeratosis, formation of keratin pseudocysts; *b, c* — ulcerative foci and reactive inflammatory infiltration; *b-d, f* — large number of intradermal hyperplastic sebaceous glands; hematoxylin-eosin staining; magnification $\times 10$ (*a-c, e, f*), $\times 40$ (*c*).



Рис. 5. Внешний вид пациента после операции.

Fig. 5. Patient after surgery.

Клинический случай № 2

Доношенный мальчик Х. поступил в стационар в возрасте 3-х сут. Родители предъявляли жалобы на наличие образования на волосистой части головы.

Результаты физикального, лабораторного и инструментального исследования

При осмотре в правой височной области определяется слегка приподнятая над уровнем кожи бляшка светло-жёлтого цвета неправильной формы размерами 5×3 см с мелкими полушаровидными папулами. Бляшка лишена волос, переходит на правую скуловую область (рис. 7). При пальпации мягко-эластической консистенции, гладкая, безболезненная.

С целью гистологической верификации образования ребёнку была проведена биопсия. Микроскопическая картина соответствовала НЯ. Ребёнок был консультирован неврологом и офтальмологом, по заключениям которых патологий со стороны нервной системы и органа зрения выявлено не было.

Исход и результаты последующего наблюдения

В связи с отсутствием выраженного косметического дефекта было принято решение о консервативной тактике ведения пациента. В настоящий момент ребёнок наблюдается амбулаторно.

ОБСУЖДЕНИЕ

В конце XX века основным методом лечения НЯ было его полное иссечение в младенчестве ввиду высокого риска малигнизации, достигавшего 22% [15]. В настоящее время проведены ретроспективные исследования с подробным изучением гистологического материала, которые показывают, что большинство опухолей, ранее диагностированных как базальноклеточная карцинома, на самом деле были доброкачественными новообразованиями — трихобластомами. В результате частота истинной злокачественной трансформации очень низка и составляет менее 1%. [2, 10, 16]. В связи с этим ряд зарубежных авторов предлагает консервативный подход в ведении пациентов с невусом сальных желёз, основанный на периодическом клиническом обследовании и биопсии подозрительных участков [6]. Хирургическое лечение рекомендовано пациентам со значимыми эстетическими проблемами. При этом радикальное удаление НЯ предпочтительно в младенческом возрасте, что связано с высокой эластичностью кожи младенцев и лучшими косметическими результатами в послеоперационном периоде [10, 14].



Рис. 6. Внешний вид ребёнка в возрасте 2 лет: *a* — при привычном положении головы рубец прикрыт волосами; *b* — нормотрофический рубец лямбдовидной формы в правой височно-теменной области.

Fig. 6. A child at the age of 2 years: *a* — the scar is covered with the hair under usual head position; *b* — the normotrophic lambdoid scar in the right temporoparietal region.



Рис. 7. Вид пациента в возрасте 6 сут.

Fig. 7. Patient at the age of 6 days.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной статье представлено клиническое наблюдение двух пациентов с невусом сальных желёз. Радикальное хирургическое удаление невуса у первого пациента в младенческом возрасте позволило уменьшить косметический дефект и предотвратить развитие грубых послеоперационных рубцов за счёт высоких эластических и регенеративных свойств кожи новорождённого. У второго пациента себорейный невус имел вид малозаметной светло-жёлтой бляшки, не причинявшей ребёнку выраженного дискомфорта, что позволило выбрать консервативный метод лечения.

Таким образом, описанные клинические примеры демонстрируют необходимость индивидуального и мультидисциплинарного подхода при лечении пациентов с НЯ. Радикальное удаление образования рекомендовано

в младенческом возрасте пациентам со значимыми эстетическими проблемами и не должно являться основным методом лечения с целью профилактики злокачественной трансформации, встречающейся менее чем в 1% случаев.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Источник финансирования. Статья публикуется без спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии явных и потенциальных конфликтов интересов.

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE. Наибольший вклад распределён следующим образом: И.А. Карякина, И.Г. Базина, Н.Н. Богатырева, М.Г. Рехвиашвили — редактирование статьи; К.Д. Проплеткина — сбор и обработка материала, написание текста.

Согласие на публикацию. Авторы получили письменное согласие законных представителей пациентов на публикацию медицинских данных в обезличенной форме в журнале «Детская хирургия». Дата подписания 11.09.2023.

ADDITIONAL INFORMATION

Funding source. The publication had no sponsorship.

Competing interests. The authors claim that there is no conflict of interest in the article.

Authors' contribution. All authors confirm compliance of their authorship with the international ICMJE criteria. The largest contribution is distributed as follows: I.A. Karyakina, I.G. Bazina, N.N. Bogatyreva, M.G. Rekhviashvili — editing; K.D. Propletkina — collecting and processing the material, manuscript writing.

Consent for publication. Written consent was obtained from the representatives of the patients for publication of relevant medical information and all of accompanying images in anonymized form within the manuscript in the journal Russian Journal of Pediatric Surgery. Date of signing 11.09.2023.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Garcias-Ladaria J., Cuadrado Rosón M., Pascual-López M. Epidermal nevi and related syndromes: Part 2: Nevi derived from adnexal structures // *Actas Dermosifiliogr (Engl Ed)*. 2018. Vol. 109, N 8. P. 687–698. doi: 10.1016/j.ad.2018.05.004
2. Wali G.N., Felton S.J., McPherson T. Management of naevus sebaceous: A national survey of UK dermatologists and plastic surgeons // *Clin Exp Dermatol*. 2018. Vol. 43, N 5. P. 589–591. doi: 10.1111/ced.13422
3. Baigrie D., Troxell T., Cook C. Nevus sebaceous. B: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, 2023. Режим доступа: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK482493/>
4. Жучков М.В., Большакова Е.Е., Сонин Д.Б., Родионова С.А. Дерматоскопическая диагностика невусов сальных желёз Ядассона // *Вестник дерматологии и венерологии*. 2018. Т. 94, № 3. С. 39–44. EDN: XXFTDN doi: 10.25208/0042-4609-2018-94-3-39-44
5. Gu A.K., Zhang X.J., Zhang L.T., Ma F.K. Nevus sebaceous at an unusual location: A rare presentation // *Chin Med J (Engl)*. 2017. Vol. 130, N 23. P. 2897–2898. doi: 10.4103/0366-6999.219147
6. Chepla K.J., Gosain A.K. Giant nevus sebaceous: Definition, surgical techniques, and rationale for treatment // *Plastic Reconstruct Surg*. 2012. Vol. 130, N 2. P. 296e–304e. doi: 10.1097/PRS.0b013e3182589df2
7. Patel P., Malik K., Khachemoune A. Sebaceous and Becker's nevus: Overview of their presentation, pathogenesis, associations, and treatment // *Am J Clin Dermatol*. 2015. Vol. 16, N 3. P. 197–204. doi: 10.1007/s40257-015-0123-y
8. Maldonado D., Hanson F., Layher H., Tarbox M. Neurofibroma within a nevus sebaceous: A case report // *Cureus*. 2022. Vol. 14, N 8. P. e28645. EDN: ZERHQC doi: 10.7759/cureus.28645
9. Lihua J., Feng G., Shanshan M., et al. Somatic KRAS mutation in an infant with linear nevus sebaceous syndrome associated with lymphatic malformations: A case report and literature review // *Medicine (Baltimore)*. 2017. Vol. 96, N 47. P. e8016. doi: 10.1097/MD.0000000000008016
10. Kamyab-Hesari K., Seirafi H., Jahan S., et al. Nevus sebaceous: A clinicopathological study of 168 cases and review of the literature // *Int J Dermatol*. 2015. Vol. 55, N 2. P. 193–200. doi: 10.1111/ijd.12845
11. Гайдина Т.А., Дворников А.С., Скрипкина П.А., Арутюнян Г.Б. Актуальность удаления невуса Ядассона у лиц молодого возраста // *Вестник Российского государственного медицинского университета*. 2018. № 3. С. 80–83. EDN: VBFWJQ doi: 10.24075/vrgmu.2018.033
12. Morimura S., Tomita Y., Ansai S., Sugaya M. Secondary malignant tumors arising in nevus sebaceous: Two case reports // *Diagnostics*. 2022. Vol. 12, N 6. P. 1448. EDN: SXLQOM doi: 10.3390/diagnostics12061448
13. Lobato-Berezo A., Aguilera-Peiró P., Pujol-Vallverdú R.M. Tumor collision over sebaceous nevus: Clues for dermoscopic diagnosis // *Actas Dermosifiliogr (Engl Ed)*. 2018. Vol. 109, N 7. P. 647–648. doi: 10.1016/j.ad.2017.04.034
14. El Ezzi O., de Buys Roessingh A.S., Bigorre M., Captier G. Syndromic sebaceous nevus: Current findings // *Int J Dermatol*. 2018. Vol. 57, N 5. P. 599–604. doi: 10.1111/ijd.13942
15. Westfried M., Mikhail G.R. Multifocal basal-cell carcinomas in a nevus sebaceous of Jadassohn // *J Dermatol Surg Oncol*. 1981. Vol. 7, N 5. P. 420–422. doi: 10.1111/j.1524-4725.1981.tb00668.x
16. Idriss M.H., Elston D.M. Secondary neoplasms associated with nevus sebaceous of Jadassohn: A study of 707 cases // *J Am Acad Dermatol*. 2014. Vol. 70, N 2. P. 332–337. doi: 10.1016/j.jaad.2013.10.004

REFERENCES

1. Garcias-Ladaria J, Cuadrado Rosón M, Pascual-López M. Epidermal nevi and related syndromes: Part 2: Nevi derived from adnexal structures. *Actas Dermosifiliogr (Engl Ed)*. 2018;109(8):687–698. doi: 10.1016/j.ad.2018.05.004
2. Wali GN, Felton SJ, McPherson T. Management of naevus sebaceous: A national survey of UK dermatologists and plastic surgeons. *Clin Exp Dermatol*. 2018;43(5):589–591. doi: 10.1111/ced.13422
3. Baigrie D, Troxell T, Cook C. Nevus sebaceous. In: *StatPearls* [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, 2023. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK482493/>
4. Zhuchkov MV, Bolshakova EE, Sonin DB, Rodionova SA. Dermatoscopic diagnostics of nevus sebaceous of Jadassohn. *Vestnik dermatologii i venerologii*. 2018;94(3):39–44. EDN: XXFTDN doi: 10.25208/0042-4609-2018-94-3-39-44
5. Gu AK, Zhang XJ, Zhang LT, Ma FK. Nevus sebaceous at an unusual location: A rare presentation. *Chin Med J (Engl)*. 2017;130(23):2897–2898. doi: 10.4103/0366-6999.219147
6. Chepla KJ, Gosain AK. Giant nevus sebaceous: definition, surgical techniques, and rationale for treatment. *Plastic Reconstruct Surg*. 2012;130(2):296e–304e. doi: 10.1097/PRS.0b013e3182589df2
7. Patel P, Malik K, Khachemoune A. Sebaceous and Becker's nevus: Overview of their presentation, pathogenesis, associations, and treatment. *Am J Clin Dermatol*. 2015;16(3):197–204. doi: 10.1007/s40257-015-0123-y
8. Maldonado D, Hanson F, Layher H, Tarbox M. Neurofibroma within a nevus sebaceous: A case report. *Cureus*. 2022;14(8):e28645. EDN: ZERHQC doi: 10.7759/cureus.28645
9. Lihua J, Feng G, Shanshan M, et al. Somatic KRAS mutation in an infant with linear nevus sebaceous syndrome associated with lymphatic malformations: A case report and literature review. *Medicine (Baltimore)*. 2017;96(47):e8016. doi: 10.1097/MD.0000000000008016
10. Kamyab-Hesari K, Seirafi H, Jahan S, et al. Nevus sebaceous: A clinicopathological study of 168 cases and review of the literature. *Int J Dermatol*. 2015;55(2):193–200. doi: 10.1111/ijd.12845
11. Gaidina TA, Dvornikov AS, Skripkina PA, Arutyunyan GB. Rationale for removing nevus sebaceous of jadassohn in young patients. *Bulletin Russ State Med University*. 2018;(3):80–83. EDN: VBFWJQ doi: 10.24075/vrgmu.2018.033
12. Morimura S, Tomita Y, Ansai S, Sugaya M. Secondary malignant tumors arising in nevus sebaceous: Two case reports. *Diagnostics*. 2022;12(6):1448. EDN: SXLQOM doi: 10.3390/diagnostics12061448
13. Lobato-Berezo A, Aguilera-Peiró P, Pujol-Vallverdú RM. Tumor collision over sebaceous nevus: Clues for dermoscopic diagnosis. *Actas Dermosifiliogr (Engl Ed)*. 2018;109(7):647–648. doi: 10.1016/j.ad.2017.04.034
14. El Ezzi O, de Buys Roessingh AS, Bigorre M, Captier G. Syndromic sebaceous nevus: Current findings. *Int J Dermatol*. 2018;57(5):599–604. doi: 10.1111/ijd.13942
15. Westfried M, Mikhail GR. Multifocal basal-cell carcinomas in a nevus sebaceous of Jadassohn. *J Dermatol Surg Oncol*. 1981;7(5):420–422. doi: 10.1111/j.1524-4725.1981.tb00668.x
16. Idriss MH, Elston DM. Secondary neoplasms associated with nevus sebaceous of Jadassohn: A study of 707 cases. *J Am Acad Dermatol*. 2014;70(2):332–337. doi: 10.1016/j.jaad.2013.10.004

ОБ АВТОРАХ

*** Рехвиашвили Михаил Георгиевич**, канд. мед. наук;
адрес: Россия, 140014, Московская обл., Люберцы, ул. Мира, д. 6;
ORCID: 0000-0003-2256-6198;
eLibrary SPIN: 8467-3155;
e-mail: dr.rekhviashvili@yandex.ru

Карякина Ирина Алексеевна, д-р мед. наук;
ORCID: 0009-0002-4034-8776;
eLibrary SPIN: 9711-9742;
e-mail: karyakina@mail.ru

Базина Ирина Геннадьевна, канд. мед. наук;
eLibrary SPIN: 1698-9752;
e-mail: mdgkb-facial@morozdgkb.ru

Богатырева Нина Николаевна;
ORCID: 0000-0002-7786-5075;
eLibrary SPIN: 2609-9662;
e-mail: centrpah@yandex.ru

Проплеткина Кристина Дмитриевна;
eLibrary SPIN: 7090-1044;
e-mail: kislinka2000@yandex.ru

AUTHORS' INFO

*** Mikhail G. Rekhviashvili**, MD, Cand. Sci. (Medicine);
address: 6 Mira street, 140014 Lyubertsy, Moscow region, Russia;
ORCID: 0000-0003-2256-6198;
eLibrary SPIN: 8467-3155;
e-mail: dr.rekhviashvili@yandex.ru

Irina A. Karyakina, MD, Dr. Sci. (Medicine);
ORCID: 0009-0002-4034-8776;
eLibrary SPIN: 9711-9742;
e-mail: karyakina@mail.ru

Irina G. Bazina, MD, Cand. Sci. (Medicine);
eLibrary SPIN: 1698-9752;
e-mail: mdgkb-facial@morozdgkb.ru

Nina N. Bogatyreva, MD;
ORCID: 0000-0002-7786-5075;
eLibrary SPIN: 2609-9662;
e-mail: centrpah@yandex.ru

Kristina D. Propletkina, MD;
eLibrary SPIN: 7090-1044;
e-mail: kislinka2000@yandex.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/ps740>

Рецидив ложной левосторонней диафрагмальной грыжи, осложнённой ущемлением и некрозом ободочной кишки, перфорацией слепой кишки и перитонитом, у ребёнка 2 лет

А.А. Гумеров¹, И.О. Валитов¹, Р.А. Гумеров^{1, 2}, Е.А. Смирнов², С.В. Колодко²¹ Башкирский государственный медицинский университет, Уфа, Россия;² Республиканская детская клиническая больница, Уфа, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Несмотря на большое количество работ, посвященных диафрагмальной грыже у детей, эта проблема до настоящего времени является одной из самых актуальных в детской хирургии. Диагностика и лечение осложнений у пациентов с диафрагмальной грыжей до сих пор — одна из самых сложных задач в детской хирургии среди осложнений. Наиболее опасным является ущемление рецидивной грыжи, которое приводит к некрозу желудка и кишечника. Многие исследователи указывают на трудности диагностики ущемлённой диафрагмальной грыжи. Поздняя диагностика связана с недостаточным знанием практическими врачами особенностей клинического течения данного заболевания. Интенсивное развитие видеоэндоскопической хирургии в педиатрической практике способствует активному внедрению современных технологий для лечения пациентов с диафрагмальной грыжей, что значительно улучшает результаты лечения.

Описание клинического случая. Мы представляем редкий клинический случай: ребёнку в возрасте 3 дней провели торакоскопическую коррекцию врожденной диафрагмальной грыжи Бохдалека. После перенесенной операции периодически возникали приступообразные боли в животе, рвота. Проводилось лечение у разных специалистов с диагнозом «аппендицит, кишечная колика, гастрит». Из-за отсутствия эффекта от проводимой терапии в возрасте 2 лет пациент был доставлен в клинику, где диагностировано ущемление рецидивной диафрагмальной грыжи, осложнённое некрозом ободочной кишки, перфорацией слепой кишки и перитонитом. Ребёнку была проведена лапаротомия, резекция ободочной кишки с анастомозом «конец в конец», пластика купола диафрагмы, ушивание перфорации слепой кишки, санация брюшной полости. Послеоперационный период протекал без осложнений. Пациент выписан домой на 12-е сут в удовлетворительном состоянии, осмотрен через 10 мес. — здоров, жалоб нет.

Заключение. Проблема ущемлённой диафрагмальной грыжи заслуживает внимания, потому что эта патология может приводить к серьёзным осложнениям. Своевременная диагностика и оперативное лечение врождённой диафрагмальной грыжи позволит добиться полного выздоровления пациентов и предотвратить развитие осложнений.

Ключевые слова: дети; диафрагма; ущемление; некроз; кишечник.

Как цитировать:

Гумеров А.А., Валитов И.И., Гумеров Р.А., Смирнов Е.А., Колодко С.В. Рецидив ложной диафрагмальной грыжи слева, осложнённой ущемлением с некрозом ободочной кишки, перфорацией слепой кишки и перитонитом, у ребёнка 2 лет // Детская хирургия. 2024. Т. 28. № 2. С. 239–244. DOI: <https://doi.org/10.17816/ps740>

DOI: <https://doi.org/10.17816/ps740>

Relapse of a false left-sided diaphragmatic hernia in a 2-year-old child complicated by strangulation and colon necrosis, cecum perforation and peritonitis

Aitbai A. Gumerov¹, Ildar O. Valitov^{1, 2}, Ramil A. Gumerov¹, Evgeny A. Smirnov², Sabina V. Kolodko²

¹ Bashkir State Medical University, Ufa, Russia;

² Republic Childrens Hospital, Ufa, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: Despite the large number of works devoted to diaphragmatic hernia (DH) in children, this problem is still one of the most pressing in pediatric surgery. Diagnostics and treatment of DH complications still remains one of the most difficult tasks for pediatric surgeons dealing with complications. The most dangerous one is strangulation of the recurrent hernia which leads to stomach and intestine necrosis. Many researchers point out that diagnostics of strangulated diaphragmatic hernia is a difficult issue. One of the reasons for late diagnosis may be physicians' insufficient knowledge on specific features of clinical course of this disease. Intensive development of video endoscopic surgery in pediatric practice contributes to the active implementation of modern technologies on DH treatment, thus leading to much better outcomes.

CLINICAL CASE DESCRIPTION: The authors present a rare clinical case: a 3-day-old child survived thoracoscopic correction of congenital Bochdalek diaphragmatic hernia. After the surgery, paroxysmal abdominal pain and vomiting appears from time to time. The child was treated by various specialists who put various diagnosis: appendicitis, intestinal colic, and gastritis. After this ineffective treatment, the 2-year old child was admitted to the hospital where strangulation of a recurrent diaphragmatic hernia complicated by colon necrosis, perforation of the cecum and peritonitis were diagnosed. The child had a comprehensive management including laparotomy, colon resection with end-to-end anastomosis, plastic surgery of the diaphragm dome, suturing of cecum perforation and sanitation of the abdominal cavity. The postoperative period was without complications. The patient was discharged on day 12 in satisfactory condition. 10 month later, at the follow-up visit, the child was found healthy, no complaints.

CONCLUSION: Strangulated diaphragmatic hernia needs close attention because this pathology can lead to serious complications. Timely diagnostics and surgical treatment of congenital DH promote complete recovery and prevent complications.

Keywords: children; diaphragm; infringement; necrosis; intestines.

To cite this article:

Gumerov AA, Valitov IO, Gumerov RA, Smirnov EA, Kolodko SV. Relapse of a false left-sided diaphragmatic hernia in a 2-year-old child complicated by strangulation and colon necrosis, cecum perforation and peritonitis. *Russian Journal of Pediatric Surgery*. 2024;28(2):239–244. DOI: <https://doi.org/10.17816/ps740>

ОБОСНОВАНИЕ

Диагностика ущемлённых диафрагмальных грыж (ДГ) порой представляет собой весьма трудную задачу [1, 2, 4]. До сих пор имеет место запоздалая диагностика ущемлённых ДГ. Это часто происходит не потому, что отсутствуют характерные клинические признаки заболевания, а потому, что врачи не всегда помнят о возможности такого осложнения и неправильно расценивают отдельные симптомы, что порождает немало ошибок [3–6]. В настоящее время достигнуты значительные успехи в хирургическом лечении врождённых ДГ [3–5]. Несмотря на это, до сих пор в послеоперационном периоде наблюдаются такие осложнения, как хилоторакс, желудочно-пищеводный рефлюкс, рецидив грыжи, ущемление грыжи и спаечная кишечная непроходимость [6–10]. В связи с этим врождённая ДГ по-прежнему остаётся одной из актуальных проблем детской хирургии [1, 4, 11].

ОПИСАНИЕ КЛИНИЧЕСКОГО СЛУЧАЯ

Больной Г., 2 лет, 20.03.2023 переведён из Нефтекамской городской больницы в хирургическое отделение Республиканской детской клинической больницы (г. Уфа) с диагнозом «кишечная непроходимость (?)». **Жалобы** (со слов родителей): на тошноту, многократную рвоту с застойным содержимым, боли в животе, отсутствие стула.

Анамнез. В возрасте 3 дней ребёнку проведена торакоскопическая коррекция врождённой ДГ грыжи Бохдалека. Со слов матери выявлено, что ребёнка изредка беспокоили боли в животе. Однако ни родители, ни врачи не обратили на это особого внимания. Мальчик стал жаловаться на сильные приступообразные боли в животе и задержку стула 10.03.2023. Ребёнок получал ненаркотические обезболивающие препараты по назначению фельдшера. Через 6 дней возобновились боли в животе, многократная рвота. Бригадой скорой медицинской помощи ребёнок доставлен в приёмное отделение городской больницы по месту жительства. Однако был отпущен из приёмного покоя, так как, по мнению дежурного хирурга, в госпитализации ребёнок не нуждался. Через 8 ч температура тела повысилась до 38°C, усилилась боль в животе, продолжилась многократная рвота. Родители больного самостоятельно обратились в инфекционное отделение, и ребёнок был госпитализирован. В течение суток проводилось консервативное лечение (инфузионная терапия, антибиотики, обезболивающие). Несмотря на лечение, состояние ребёнка постепенно ухудшалось. В связи с этим через сутки больной доставлен в Республиканскую детскую клиническую больницу с диагнозом «кишечная непроходимость».

Физикальное обследование

При поступлении общее состояние пациента тяжёлое, кожные покровы бледные, температура тела 38–39°C. При аускультации над лёгкими везикулярное дыхание, тоны сердца приглушены, артериальное давление

110/70 мм рт. ст. Язык обложен белым налётом, сухой. Живот резко вздут, больше в верхней половине, периодически определяется видимая перистальтика кишечника. При пальпации отмечается резкая болезненность, напряжение мышц передней брюшной стенки. Перкуторный звук — тимпанический, притупление звука в отлогих местах живота не определяется. Печёночная тупость сохранена. Симптом Щёткина–Блюмберга слабо положительный. Перистальтика кишечника не выслушивается. Мочеиспускание свободное, безболезненное. При исследовании *per rectum* патологии не выявлено.

Лабораторная и инструментальная диагностика

Общий анализ крови: эритроциты $3,6 \times 10^{12}/л$, гемоглобин 95 г/л, лейкоциты $14,9 \times 10^9/л$.

Биохимический анализ крови: общий билирубин 14,9 мкмоль/л, аланинаминотрансфераза 12,3 Ед/л, аспартатаминотрансфераза 23 Ед/л, общий белок 58,3 г/л, мочевины 3,72 ммоль/л.

Общий анализ мочи: показатели в пределах нормы.

Обзорная рентгенограмма органов брюшной полости: выявлены неравномерное наполнение кишечника, растянутые газом петли кишечника, чаши Клойбера и свободный газ под куполом диафрагмы не выявлены (рис. 1).

Рентгеноскопия кишечника: через 6 ч после перорального введения бариевой взвеси выявлены множественные чаши Клойбера, следы контраста в кишечнике, свободный газ под куполом диафрагмы (рис. 2).

Ультразвуковое исследование органов брюшной полости: осмотр затруднён из-за повышенного содержания газов в кишечнике.

Предварительный диагноз: перфорация кишечника, перитонит, кишечная непроходимость, рецидив ДГ (?).



Рис.1. Обзорная рентгенография брюшной полости: перерастянутые петли кишечника.

Fig. 1. Overview radiography of the abdominal cavity: overgrown intestinal loops.



Рис. 2. Картина непроходимости и перфорации полого органа: выявлен свободный воздух под куполом диафрагмы.

Fig. 2. Obstruction and perforation of the hollow organ is visible: free air under the dome of the diaphragm is revealed.

Оперативное лечение

После предоперационной подготовки выполнена верхне-срединная лапаротомия под эндотрахеальным наркозом. Выделилось большое количество мутного выпота. При ревизии обнаружены раздутые петли кишечника, червеобразный отросток не изменён. В области купола слепой кишки выраженный воспалительный процесс, стенка кишки отёчна, истончена «как пергаментная бумага», покрыта фибрином. После удаления фибрина в центре истончённого участка кишки выявлена перфорация размером 7×5 мм.

Декомпрессия кишечника проводилась путём отсасывания содержимого кишечника тонким катетером, установленным в дефект кишки (рис. 3). Перфорационное отверстие ушито Z-образным узловым швом (нить PDS 6/0).

При осмотре в полости малого таза выявлено небольшое количество гноя. Проведена санация полости малого таза. При дальнейшей ревизии брюшной полости в области левого подреберья под куполом диафрагмы обнаружен воспалительный инфильтрат, состоящий из петли тонкой кишки и раздутой толстой кишки, ниже инфильтрата — кишка в спавшемся состоянии. После разделения инфильтрата и спаек обнаружено ущемление толстой кишки и сальника. После рассечения ущемляющего кольца диафрагмы осуществлялось низведение поперечной ободочной кишки и сальника из плевральной полости в брюшную. Толстая кишка и сальник — темно-багрового цвета на протяжении 11 см (рис. 4, рис. 5). Дефект диафрагмы (4,5×3,5 см) ушит однорядными узловыми швами. Проведено дренирование плевральной полости. Затем выполнена резекция сальника и толстой кишки в пределах здоровых тканей, наложен анастомоз «конец в конец» двухрядным швом, наложены послойные швы на рану.

Результат лечения. Послеоперационный период протекал без осложнений. Больной выписан на 12-е сут после операции, осмотрен через 10 мес. — жалоб нет.

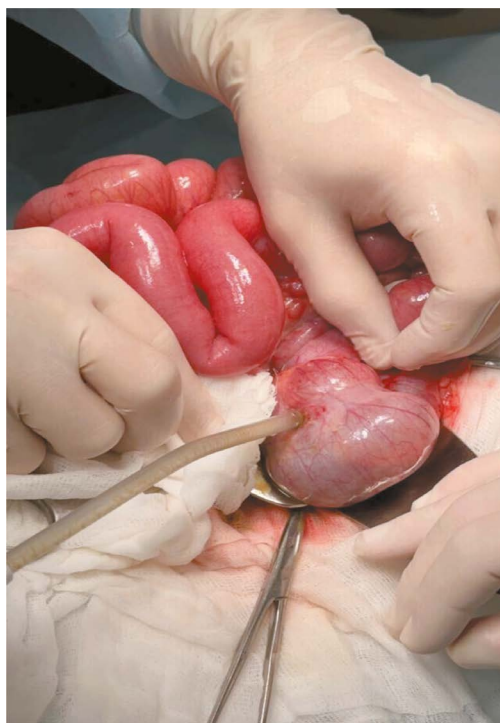


Рис. 3. Перфорация слепой кишки, декомпрессия.

Fig. 3. Perforation of the cecum, decompression.



Рис. 4. Некроз ободочной кишки.

Fig. 4. Necrosis of the colon.



Рис. 5. Некротизированный участок большого сальника (резецирован).

Fig. 5. Necrotic area of the large omentum (resected).

Окончательный диагноз: ущемление левосторонней рецидивной ДГ, осложнённой некрозом ободочной кишки, перфорацией слепой кишки и перитонитом.

ОБСУЖДЕНИЕ

Лечение врождённых ДГ является одной из актуальных проблем детской хирургии [1, 4, 12, 13]. В настоящее время в отечественной и зарубежной литературе накоплен большой опыт лечения врождённых ДГ у детей [1–3]. Несмотря на внедрение новых технологий в послеоперационном периоде до сих пор наблюдаются такие осложнения, как хилоторакс, желудочно-пищеводный рефлюкс, непроходимость кишечника, рецидив грыжи [6–10]. По данным ряда авторов, рецидивы грыжи наблюдаются у 2,5–7% прооперированных больных [8–10]. Необходимо отметить, что приблизительно у половины этих пациентов рецидивы возникают в течение первого года после операции [5–7]. Кроме перечисленных осложнений наиболее опасным является ущемление [8, 10]. Н.Б. Киреева и соавт. описали редкий случай ложной ДГ, осложнённой ущемлением и некрозом подвздошной кишки у ребёнка 1 г. 7 мес. [14]. В нашем клиническом наблюдении представлено ущемление рецидивной ДГ, осложнённой некрозом ободочной кишки, перфорацией слепой кишки и перитонитом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом ущемление рецидивной ДГ — чрезвычайно редкое осложнение, которое приводит к целому ряду проблем во время лечебно-диагностического процесса. Только своевременная диагностика заболевания и оперативное вмешательство позволяют уменьшить количество осложнений и ускорят выздоровление пациентов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Разумовский А.Ю., Мокрушина О.Г., Беляева И.Д., и др. Сравнительный анализ лечения новорожденных с врожденной диафрагмальной грыжей после пластики диафрагмы открытым и эндоскопическим способами // Детская хирургия. Журнал им. Ю.Ф. Исакова. 2012. № 3. С. 4–8. EDN: PGEPTZ
2. Козлов Ю.А., Новожилов В.А., Распутин А.А., и др. Торакоскопическая реконструкция врожденной диафрагмальной грыжи у новорожденных и детей раннего грудного возраста: сравнительное исследование // Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии. 2013. № 5. С. 71–72.
3. Разумовский А.Ю., Мокрушина О.Г., Шумихин В.С., и др. Эндохирургические операции на диафрагме у новорожденных: первый опыт в России // Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии. 2012. Т. 2, № 1. С. 80–86. EDN: OZPIRF
4. Bennett A.J., Driver C.P., Munro M.B. Bilateral congenital diaphragmatic hernia // Ped Surg Int. 2005. Vol. 21, N 9. P. 739–741. doi: 10.1007/s00383-005-1468-8
5. Becmeur F., Jamali R.R., Moog R., et al. Thoracoscopic treatment for delayed presentation of congenital diaphragmatic hernia in infant. A report of three cases // Surg Endosc. 2001. Vol. 15, N 10. P. 1163–1166. doi: 10.1007/s004640090064

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Источник финансирования. Статья публикуется без спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии явных и потенциальных конфликтов интересов.

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE. Наибольший вклад распределён следующим образом: А.А. Гумеров — редактирование; И.И. Валитов, Е.А. Смирнов — сбор и обработка материала; Р.А. Гумеров, С.В. Колодко — обработка материала и написание текста.

Согласие на публикацию. Авторы получили письменное согласие законного представителя пациента на публикацию медицинских данных в обезличенной форме в журнале «Детская хирургия». Дата подписания 15.03.2024.

ADDITIONAL INFORMATION

Funding source. The publication had no sponsorship.

Competing interests. The authors claim that there is no conflict of interest in the article.

Authors' contribution. All authors confirm compliance of their authorship with the international ICMJE criteria. The largest contribution is distributed as follows: A.A. Gumerov — text editing; I.O. Valitov, E.A. Smirnov — collection and processing of material; R.A. Gumerov, S.V. Kolodko — processing of the material and writing the text.

Consent for publication. Written consent was obtained from the representatives of the patients for publication of relevant medical information and all of accompanying images in anonymized form within the manuscript in the journal Russian Journal of Pediatric Surgery. Date of signing 15.03.2024.

6. Соколов Ю.Ю., Хаспеков Д.В., Топилкин О.Г., и др. Опыт торакокопии у детей с грыжами диафрагмы // Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии. 2017. № 5. С. 156.
7. Joshi S., Sen S., Chacko J., et al. Abdominal muscle flap repair for large defects of the diaphragm // Pediatr Surg Int. 2005. Vol. 21, N 8. P. 677–680. doi: 10.1007/s00383-005-1438-1
8. Parikh D.H., Crabbe D.C., Auldist A.W., Rothenberg S.S. Pediatric thoracic surgery. London, 2009. P. 483–499.
9. Гуз В.И., Полюдов С.А., Воровский В.А., и др. Пороки развития диафрагмы: поздняя диагностика и результаты лечения // Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии. 2017. № 5. С. 60.
10. Гумеров А.А., Парамонов В.А., Гумеров Р.А., Алибаев А.К. Диагностика и лечение ущемленной грыжи собственно диафрагмы у детей // Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии. 2014. № 5. С. 48.
11. Петрова Л.В., Мокрушина О.Г., Разумовский А.Ю., и др. Торакоскопическая коррекция врожденной диафрагмальной грыжи у новорожденных // Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии. 2014. № 5. С. 84.
12. Гопиенко М.А., Караваева С.А., Щепеньков М.В., и др. Опыт лечения врожденных диафрагмальных грыж у новорожденных в ДКБ

№ 1 г. Санкт-Петербурга (2009–2016) // Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии. 2017. № S. С. 53.
 13. Паршиков В.В., Карпова И.Ю., Обрядов В.П., Рожденкин Е.А. Лапароскопическая коррекция диафрагмальной грыжи у ребенка 5 лет // Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии. 2016. Т. 6, № 3. С. 81–84. EDN: XCNYKR

REFERENCES

1. Razumovskiy AY, Mokrushina OG, Belyaeva ID, et al. Comparative analysis of the treatment of newborn infants with congenital diaphragmatic hernia after open and endoscopic diaphragmoplasty. *Detskaya khirurgiya (Russian Journal of Pediatric Surgery)*. 2012;(3):4–8. EDN: PGEPTZ
2. Kozlov YuA, Novozhilov VA, Rasputin AA, et al. Thoracoscopic reconstruction of congenital diaphragmatic hernia in newborns and infants: A comparative study. *Russian journal of pediatric surgery, anesthesia and intensive care*. 2013;(S):71–72. (In Russ.)
3. Razumovskiy AY, Mokrushina OG, Shumihin VS, et al. Endosurgery diaphragmoplasty in newborns: The first experience in Russia. *Russian journal of pediatric surgery, anesthesia and intensive care*. 2012;2(1):80–86. EDN: OZPIRF
4. Bennett AJ, Driver CP, Munro M. Bilateral congenital diaphragmatic hernia. *Ped Surg Int*. 2005;21(9):739–741. doi: 10.1007/s00383-005-1468-8
5. Becmeur F, Jamali RR, Moog R, et al. Thoracoscopic treatment for delayed presentation of congenital diaphragmatic hernia in infant. A report of three cases. *Surg Endosc*. 2001;15(10):1163–1166. doi: 10.1007/s004640090064
6. Sokolov YuYu, Haspekov DV, Topilin OG, et al. Experience of thoracoscopy in children with hernias of the diaphragm. *Russian journal of pediatric surgery, anesthesia and intensive care*. 2017;(S):156. (In Russ.)
7. Joshi S, Sen S, Chacko J, et al. Abdominal muscle flap repair for large defects of the diaphragm. *Pediatr Surg Int*. 2005;21(8):677–680. doi: 10.1007/s00383-005-1438-1
8. Parikh DH, Crabbe DC, Auldist AW, Rothenberg SS. *Pediatric thoracic surgery*. London; 2009. P. 483–499.
9. Guz VI, Polyudov SA, Verovsky VA, et al. Daphragma malformations: Late diagnosis and treatment results. *Russian journal of pediatric surgery, anesthesia and intensive care*. 2017;(S):60. (In Russ.)
10. Gumerov AA, Paramonov VA, Gumerov RA, Alibaev AK. Diagnosis and treatment of strangulated hernia of the diaphragm proper in children. *Russian journal of pediatric surgery, anesthesia and intensive care*. 2014;(S):48. (In Russ.)
11. Petrova LV, Mokrushina OG, Razumovsky AY, et al. Thoracoscopic correction of congenital diaphragmatic hernia in newborns. *Russian journal of pediatric surgery, anesthesia and intensive care*. 2014;(S):84. (In Russ.)
12. Gopienko MA, Karavaeva SA, Shchebenkov MV, et al. Experience in the treatment of congenital diaphragmatic hernias in newborns in DKB No. 1St. Petersburg (2009–2016). *Russian journal of pediatric surgery, anesthesia and intensive care*. 2017;(S):53. (In Russ.)
13. Parshikov VV, Karpova IY, Obryadov VP, Rozhdenkin EA. A case of laparoscopic correction of a diaphragmatic hernia in a 5-year-old child. *Russian journal of pediatric surgery, anesthesia and intensive care*. 2016;6(3):81–84. EDN: XCNYKR
14. Kireeva NB, Zaugarov MYu, Yakovets AA. A rare case of false diaphragmatic hernia, complicated by infringement with necrosis of the ileum, in a child of 1 year 7 months. *Russian journal of pediatric surgery, anesthesia and intensive care*. 2013;(S):65–66. (In Russ.)

ОБ АВТОРАХ

* **Гумеров Аитбай Ахметович**, д-р мед. наук, профессор;
 адрес: Россия, 450000, Республика Башкирия, Уфа, ул. Ленина, д. 3;
 ORCID: 0000-0001-6183-8286;
 eLibrary SPIN: 7615-7568;
 e-mail: prof.gumerov@mail.com

Гумеров Рамиль Аитбаевич, д-р мед. наук;
 ORCID: 0000-0001-9991-6630;
 eLibrary SPIN: 4921-3280;
 e-mail: r.a.gumerov@gmail.com

Валитов Ильдар Октябrevич, канд. мед. наук;
 eLibrary SPIN: 8512-2674;
 e-mail: valitovio@yandex.ru

Смирнов Евгений Александрович;
 e-mail: smirnov79@bk.ru

Колодко Сабина Вилевна;
 e-mail: gab.sabina04@gmail.com

AUTHORS' INFO

* **Aitbai A. Gumerov**, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor;
 address: 3 Lenina street, 450000 Ufa, Republic of Bashkiria, Russia;
 ORCID: 0000-0001-6183-8286;
 eLibrary SPIN: 7615-7568;
 e-mail: prof.gumerov@mail.com

Ramil A. Gumerov, MD, Dr. Sci. (Medicine);
 ORCID: 0000-0001-9991-6630;
 eLibrary SPIN: 4921-3280;
 e-mail: r.a.gumerov@gmail.com

Ildar O. Valitov, MD, Cand. Sci. (Medicine);
 eLibrary SPIN: 8512-2674;
 e-mail: valitovio@yandex.ru

Evgeny A. Smirnov, MD;
 e-mail: smirnov79@bk.ru

Sabina V. Kolodko, MD;
 e-mail: gab.sabina04@gmail.com

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/ps737>

Грудобрюшная локализация тератодермоидной опухоли у ребёнка

В.И. Бессарабов

Волгоградский государственный медицинский университет, Волгоград, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Доброкачественная тератодермоидная опухоль грудобрюшной локализации — редкое состояние, при котором одна половина образования расположена в плевральной полости и окутана висцеральной плеврой нижней доли правого лёгкого, а другая — в правой доле печени. Половины соединяются через врождённое отверстие в диафрагме. Частота встречаемости тератодермоидных опухолей грудобрюшной локализации неизвестна. В доступной литературе подобных публикаций не найдено.

Описание клинического случая. В данной статье описывается случай лечения ребёнка с доброкачественной тератодермоидной опухолью грудобрюшной локализации, обнаруженной при рентгенологическом исследовании органов грудной клетки во время респираторного заболевания. Считается, что для лечения данной опухоли единственным эффективным методом является хирургическое вмешательство. Во время операции было обнаружено, что опухоль имеет гантелевидную форму — верхняя часть располагалась в грудной полости, а симметричная нижняя часть — в правой доле печени и соединялась с верхней частью через врождённое отверстие в диафрагме. Несмотря на необычную локализацию проведена энуклеация всей опухоли.

Заключение. Данный клинический случай демонстрирует единственный описанный вариант полного хирургического извлечения опухоли редкой грудобрюшной локализации.

Ключевые слова: дети; тератодермоидная опухоль; доброкачественная; грудобрюшная локализация.

Как цитировать:

Бессарабов В.И. Грудобрюшная локализация тератодермоидной опухоли у ребёнка // Детская хирургия. 2024. Т. 28. № 2. С. 245–248.

DOI: <https://doi.org/10.17816/ps737>

DOI: <https://doi.org/10.17816/ps737>

Thoracoabdominal localization of a teratodermoid tumor in a child

Viktor I. Bessarabov

Volgograd State Medical University, Volgograd, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: A benign teratodermoid tumor of thoracoabdominal localization is a rare condition in which one half of the formation is located in the pleural cavity, and covered with the visceral pleura of the right lung lower lobe and the other half is located in the right liver lobe. The incidence of teratodermoid tumors of the thoracic-abdominal location is unknown; no such publications are found in the literature.

CLINICAL CASE DESCRIPTION: This article describes a clinical case of a child with a benign teratodermoid tumor of thoracoabdominal localization, which was detected during X-ray examination of the chest organs because of respiratory disease. It is believed that surgical intervention is the only effective treatment for this pathology. During surgery, it was found out that the tumor had a dumbbell shape; its upper part was located in the chest cavity, and the symmetrical lower part—via a congenital hole in the diaphragm—was located in the right liver lobe. Despite of such unusual location, all tumor was enucleated.

CONCLUSION: This clinical case demonstrates the only described complete surgical removal of the tumor with rare thoracoabdominal location.

Keywords: children; teratodermoid tumor; benign; thoraco-abdominal localization.

To cite this article:

Bessarabov VI. Thoracoabdominal localization of a teratodermoid tumor in a child. *Russian Journal of Pediatric Surgery*. 2024;28(2):245–248.

DOI: <https://doi.org/10.17816/ps737>

ОБОСНОВАНИЕ

В Клинике детской хирургии Больницы № 7 Волгоградского государственного медицинского института, за период с 1971 по 2013 г. было единственное наблюдение тератодермоидной опухоли грудобрюшной локализации.

ОПИСАНИЕ КЛИНИЧЕСКОГО СЛУЧАЯ

Больной К., 2-х лет, поступил 07.07.1971 с диагнозом «объёмное образование в нижней доле правого лёгкого». Мальчик родился в срок, рос и развивался нормально. Профилактические прививки выполнены в соответствии с возрастом. Третьи раз болел острыми респираторными вирусными инфекциями. Объёмное образование в грудной полости обнаружено случайно по результатам рентгенографии [1]. Сразу же ребёнок был направлен в клинику детской хирургии.

Результаты физикального, лабораторного и инструментального исследования

Состояние ребёнка при поступлении удовлетворительное, пациент жалоб не предъявлял. Кожа и видимые слизистые чистые, физиологической окраски. Периферические лимфоузлы не увеличены. Над лёгкими выслушивается везикулярное дыхание, хрипов нет, перкуторный звук легочный. Частота дыхательных движений 26 в мин. Тоны сердца чистые, ясные. Пульс 94 в мин., удовлетворительных качеств. Артериальное давление 97/60 мм рт. ст. Живот симметричный, при пальпации мягкий, безболезненный. Физиологические отправления в норме. Клинические анализы крови и мочи без особенностей. Реакция Касони слабоположительная.

Рентгенография органов грудной клетки. Справа в области нижней доли на фоне неизменной легочной ткани имеется объёмное образование округлой формы с ровной, гладкой поверхностью диаметром около 6 см; нижней полуокружностью образование касается купола диафрагмы [2]. Других изменений не обнаружено (рис. 1).

Диагноз

На основании клинико-рентгенологических данных поставлен диагноз «эхинококковая(?) киста нижней доли правого лёгкого».

Лечение

Ребёнок прооперирован 11.07.1971 — выполнена правосторонняя переднебоковая торакотомия в VI межреберье. При ревизии над диафрагмой обнаружено объёмное образование размерами 6,5×5,0 см, рыхло окутанное нижней поверхностью лёгкого; местами висцеральная плевро нижней доли спаяна с капсулой образования. Спайки устранены, а нижняя доля слегка приподнята вверх. На этом этапе стало ясно, что образование не имеет отношения к лёгкому, но остаётся значительно ограниченным

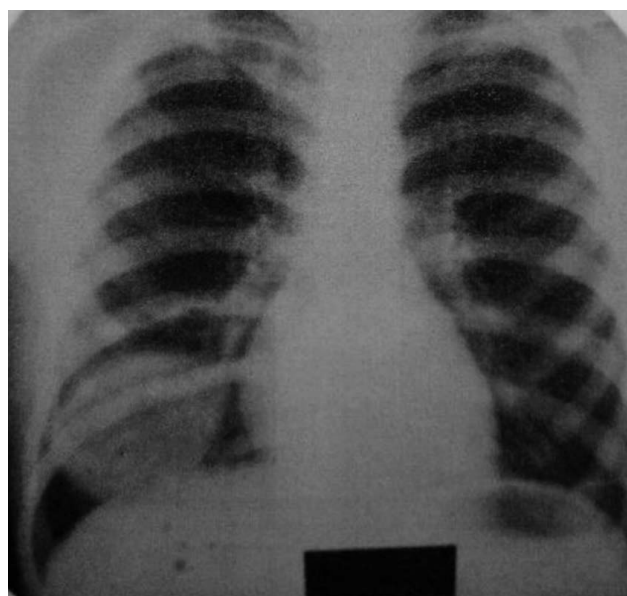


Рис. 1. Рентгенограмма органов грудной клетки: опухоль видна как шаровидное образование над диафрагмой справа.

Fig. 1. X-ray of the chest organs: the tumor is visible as a spherical formation above the diaphragm on the right.

в подвижности и его невозможно отделить от диафрагмы. При дальнейшей ревизии выяснилось, что от нижнего полюса образования отходит мощный, плотный тяж диаметром около 4 см, но очень короткий. Тяж «уходит» в брюшную полость через врождённое отверстие в зоне купола диафрагмы и тут же переходит в другое объёмное образование, то есть другой узел, который располагается в правой доле печени. На этом этапе операции стало ясно, что мы имеем дело с пороком развития — гантелевидная форма опухоли удивительно редкой грудобрюшной локализации. К тому же важно, что половина опухоли располагалась не просто в брюшной полости, а внутрипечёночно — в правой доле печени [3].

Отверстие в диафрагме, диаметр которого составлял 4 см, расширено вправо и влево до 8 см. После этого осторожно, методично удалось произвести энуклеацию второй половины опухоли из печени без малейшего кровотечения. После удаления внутрипечёночной части опухоли выяснилось, что паренхима печени по всему периметру отделялась от опухоли тончайшей пленочной оболочкой белесоватого цвета. Внутрипечёночная полость значительно уменьшилась в размерах, поэтому не было необходимости её тампонировать. Сам процесс энуклеации второго узла из печени проходил без малейших технических затруднений. Более того, по ходу операции создавалось впечатление, что узел чем-то подталкивается, поэтому на тракцию этого узла из печени мы практически не затратили никаких усилий. Капсула печени была ушита с оставлением микроирригатора (отделяемого не было), затем восстановлена диафрагма и послойно ушита плевральная полость.

Макропрепарат. Удаленная опухоль имела форму гантели с примерно одинаковыми размерами обеих половин

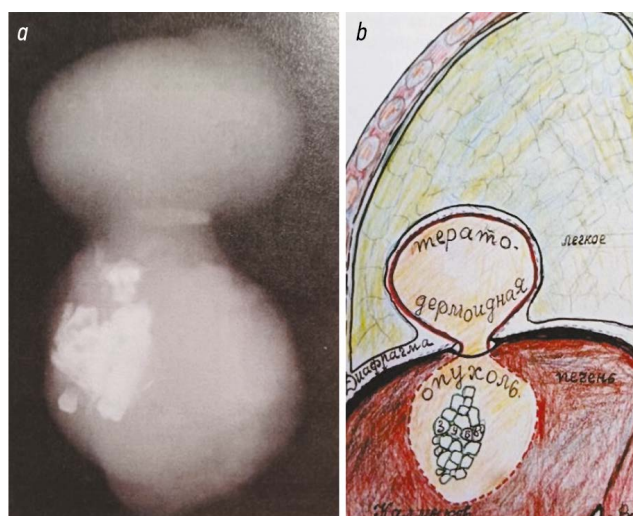


Рис. 2. Тератодермоидная опухоль: *a* — рентгенограмма опухоли (в нижней половине видны зубы); *b* — рисунок расположения опухоли (автор Калмыков, г. Воронеж).

Fig. 2. Teratodermoid tumor: *a* — tumor X-ray picture (teeth are visible in the lower half); *b* — a drawing of the location of the tumor (author Kalmykov, Voronezh).

(6,0×6,5×5,5 см), плотную толстостенную капсулу с ровной гладкой поверхностью. На разрезе опухоль солидно-кистозного строения, серовато-розового цвета (рис. 2). В узле, который располагался внутрипечёночно, обнаружен 21 зуб (все они одинаковые, белоснежные, размерами около 0,5×0,5 см).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Неймарк М.И. Диагностика тератодермоидных образований средостения // Вестник хирургии им. И.И. Грекова. 1980. Т. 124, № 2. С. 14–19.
2. Сарыева О.П., Золотухина А.О., Проценко Е.В., Шарыгин С.А. Врожденные незрелые тератомы. Описание двух наблюдений // Архив патологии. 2021. Т. 83, № 2. С. 37–33. EDN: VGAIMP doi: 10.17116/patol20218302133

REFERENCES

1. Neimark MI. Diagnosis of teratodermoid masses of the mediastinum. *Bulletin Surg I.I. Grekov*. 1980;124(2):14–19. (In Russ).
2. Saryeva OP, Zolotukhina AO, Protsenko EV, Sharygin SA. Congenital immature teratomas. Two case reports. *Arch Pathology*. 2021;83(2):37–33. EDN: VGAIMP doi: 10.17116/patol20218302133

ОБ АВТОРЕ

Бессарабов Виктор Иванович, канд. мед. наук;
адрес: Россия, 400066, Волгоград, пл. Павших борцов, д. 1;
e-mail: yura.bessarabov.96@mail.ru

Исход и результаты последующего наблюдения

Ребёнок выписан домой 25.07.1971 в удовлетворительном состоянии. При изучении обзорных рентгенограмм после операции никаких признаков внутрибрюшинного (внутрипечёночного) расположения второго узла тератодермоидной опухоли обнаружить не удалось, несмотря на наличие зубов в этой половине «гантели».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Топография врождённой тератодермоидной опухоли у ребёнка в нашем редком клиническом наблюдении имеет большой интерес для широкого круга врачей, особенно для хирургов, поэтому мы решили его опубликовать. Подобного в доступной литературе мы не нашли.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Источник финансирования. Статья публикуется без спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии явных и потенциальных конфликтов интересов.

ADDITIONAL INFORMATION

Funding source. The publication had no sponsorship.

Competing interests. The authors claim that there is no conflict of interest in the article.

3. Борисов А.Е., Кубачев К.Г., Кукушкин А.В., и др. Диафрагмальные грыжи. Диагностика и хирургическое лечение // Вестник хирургии им. И.И. Грекова. 2012. Т. 171, № 6. С. 38–42. EDN: PFPOIH

3. Borisov AE, Kubachev KG, Kukushkin AV, et al. Diaphragmatic hernias. Diagnosis and surgical treatment. *Bulletin Surg I.I. Grekov*. 2012;171(6):38–42. EDN: PFPOIH

AUTHOR'S INFO

Viktor I. Bessarabov, MD, Cand. Sci. (Medicine);
address: 1 Pavshikh Bortsov square, 400066 Volgograd, Russia;
e-mail: yura.bessarabov.96@mail.ru